

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Т.А. Ермоленко

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Утверждено Редакционно-издательским советом НГПУ
в качестве учебного пособия
для студентов художественно-графического
факультета

НОВОСИБИРСК 2003

УДК 744 (075.8)
ББК 30.111я 73-1
Е 744

Рецензенты:

Кандидат педагогических наук, доцент СГУПС
Т.В. Андрюшина
Кафедра декоративно-прикладного искусства ХГФ НГПУ

Ермоленко Т.А.
Е 744 **Геометрическое черчение:** Учебное пособие для студентов художественно-графического факультета. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2003. – 72 с.

ISBN 5-85921-334-4

Данное пособие адресовано студентам художественно-графического факультета педагогического университета. Материал пособия формирует у них первоначальные умения, навыки и знания для изучения курса “Проектная графика”. Именно для этой цели в работе изложены сведения о материалах и чертежных инструментах, об оформлении чертежей, необходимых геометрических построениях, приводятся их теоретическое обоснование и выдержки из соответствующих стандартов. Кроме того, пособие содержит индивидуальные варианты заданий и примеры выполнения всех листов.

Учебное пособие предназначено для всех форм обучения, но особенно нужно и удобно для студентов заочного отделения. Некоторые задания вполне могут быть использованы и учителями средних общеобразовательных школ.

УДК 744 (075.8)
ББК 30.111я 73-1

ISBN 5-85921-334-4

© Ермоленко Т.А., 2003
© Новосибирский государственный
педагогический университет, 2003

ВВЕДЕНИЕ

Весь курс “Черчение” можно разбить на четыре основных раздела:

- геометрическое;
- проекционное;
- машиностроительное;
- архитектурно-строительное.

В пособии представлены учебно-методические материалы, индивидуальные варианты заданий, позволяющие студентам освоить и закрепить теоретические знания и практические навыки раздела “Геометрическое черчение”.

Также выделены четыре темы, по каждой из которых должна быть сделана графическая работа (лист).

Для ее выполнения даются подробные методические указания, теоретические положения, необходимые выдержки из соответствующих стандартов, образцы выполнения заданий.

В последнее время в педагогической литературе часто говорится о творческих самостоятельных работах. Исследования ученых и практическая работа педагогов доказали необходимость включения в учебный процесс как воспроизводящих, так и творческих работ.

Так, на *первом листе* студенты выполняют шрифты и упражнения с линиями чертежа. Но это задание можно изменить, предложив разработать произвольную композицию, например, орнаментальную.

На *втором листе* вычерчивают задание по теме “Нанесение размеров”, состоящее из четырех задач, три из которых требуют самостоятельного решения, и лишь одна носит репродуктивных характер.

На *третьем листе* студенты вычерчивают различные виды сопряжений по индивидуальным заданиям, но можно предложить создать свою задачу, не имеющую аналогов. Она может быть несложной по форме, но должна содержать не менее четырех различных видов сопряжений.

На *четвертом листе* следует изобразить четыре лекальные кривые (эллипс, параболу, гиперболу, синусоиду). Студентам предлагается выполнить чертеж какого-либо предмета, контуры которого будут состоять из нескольких лекальных кривых. Это могут быть различные стилизованные изображения, предметы быта, детские игрушки, фрагменты вышивки, аппликации, декоративной решетки и т.д. Рядом с графическим изображением должен быть выполнен эскиз в цвете.

Выполнение таких заданий вполне доступно студентам художественно-графического факультета, а польза их очевидна. Но если у студента по каким-либо причинам отсутствует мотив для выполнения такой прикладной творческой работы, то никто не будет настаивать. В таком случае надо выполнить варианты типового задания, предложенного автором, которые, в свою очередь, носят индивидуальный характер.

Данное пособие удобно для дистантной системы образования и, думается, будет способствовать развитию творческой активности студентов и проявлению самостоятельности в работе.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ “ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ” И ПОРЯДОК ЕГО ОФОРМЛЕНИЯ

Целями начального раздела “Геометрическое черчение” являются:

1. Изучение государственных стандартов: ГОСТ 2.302 – 68, 2.303 – 68, 2.304 – 81, 2.306 – 68, 2.307 – 68, 2.104 – 68.
2. Освоение навыка работы со справочной литературой.
3. Освоение и закрепление приемов работы с чертежными инструментами.
4. Выработка навыков выполнения надписей чертежным шрифтом.
5. Знакомство с геометрическими построениями.

Задание “Геометрическое черчение” состоит из четырех листов формата А3 (297x420). Каждый лист располагается горизонтально, имеет рамку и основную надпись. Рамка чертежа выполняется сплошной толстой линией с трех сторон от линий обреза на расстоянии 5 мм, а слева – 20 мм для подшивки. Основная надпись, установленная ГОСТом 2.104 – 68 (рис. 1) всегда располагается в правом нижнем углу листа. В основной надписи (номера граф на рис. 1 даны в кружках) указывают следующие сведения:

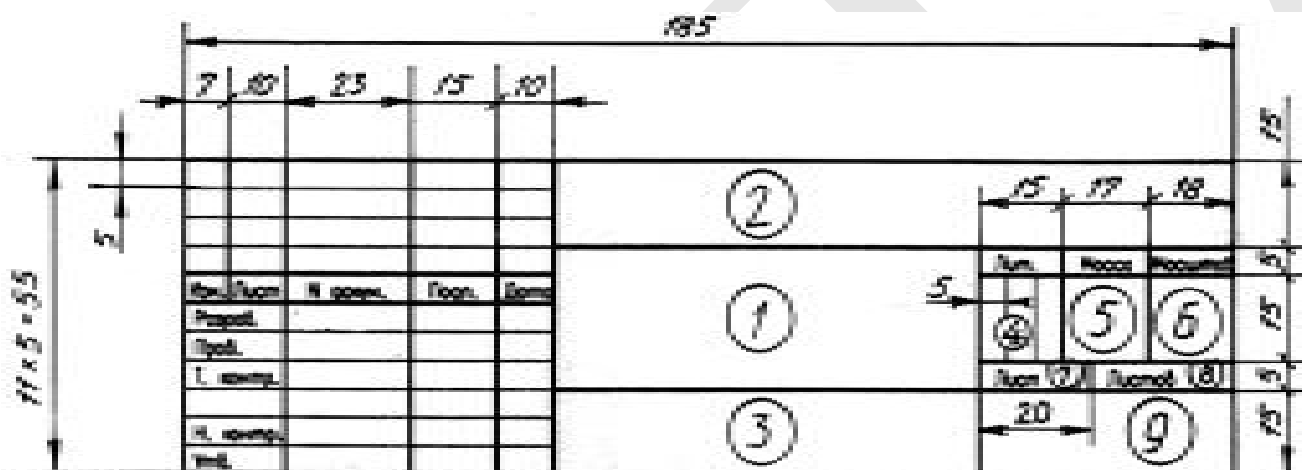


Рис. 1. Основная надпись

- графа 1 – наименование изделия (или название темы задания)*;
- графа 2 – обозначение документа. Например, ХГФ. 001 003. 001, где ХГФ – художественно-графический факультет; 001 – номер семестра, 003 – номер варианта (соответствует порядковому номеру студента в журнале); 001 – порядковый регистрационный номер листа в задании;
- графа 3 – условное обозначение материала детали (заполняется только на чертежах деталей);

* Наименование изделия записывают в именительном падеже, единственном числе и без точки в конце. Если наименование состоит из нескольких слов, то порядок их расположения должен быть прямым, например: “Кривая лекальная”, “Колесо зубчатое”.

- графа 4 – литера документа (в левой клетке указать литеру чертежа “У”, что означает: чертеж учебный);
- графа 5 – масса изделия (для деталей и сборочных единиц);
- графа 6 – масштаб;
- графа 7 – порядковый номер листа, если чертеж выполнен на нескольких листах. На документах, состоящих из одного листа, графа не заполняется;
- графа 8 – общее количество листов документа;
- графа 9 – номер группы студента.

Графа 2 заполняется шрифтом 7, графы 1, 3, 9 – шрифтом 5, все остальные – 3, 5.

Подписи лиц, разрабатывавших данный документ и принявших подлинник, являются обязательными. Подписи и даты пишутся ручкой. Дата должна быть составлена из шести цифр.

После окончания работы все листы подшиваются в папку.

ЛИСТ 1 “ШРИФТЫ. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА”

Порядок выполнения задания:

1. На листе формата А3 (297x420) вычертить рамку чертежа и основную надпись по форме 1 (55x185) (заполнить ее после выполнения чертежа).
2. Тонкой линией разделить формат вдоль длинной стороны пополам.
3. Изучив ГОСТ 2. 304 – 81, в левой половине листа написать следующее:
 - шрифтом 10 все прописные и строчные буквы русского алфавита, арабские цифры, некоторые знаки, применяемые на чертежах: диаметр, радиус, квадрат, уклон, конусность, процент, градус (рис. 2–4). Предварительно следует выполнить сетку

плотными тонкими линиями толщиной $\frac{s}{3}$. После сетку не стирать (рис. 5);

- шрифтом 7 строчными буквами фразу: “Чертеж – язык техника, начертательная геометрия – грамматика этого языка”;
- шрифтом 5 строчными буквами любую подобранную самостоятельно фразу (изречение, народная мудрость, стихотворение и т.д.). Количество строк – не менее трех.

Все задание выполнять шрифтом типа Б с наклоном 75°. Для шрифтов 7 и 5 сетку чертить не надо, достаточно провести линии, ограничивающие верх и низ каждой строки, сделать разбивку для букв и интервалов между ними в соответствии со стандартом (рис. 6).

Написанный шрифт обводится карандашом ТМ или М, заточенным “лопаточкой”.

4. Ознакомившись с ГОСТами 2.303 – 68 и 2.306 – 68, в правой части листа, над основной надписью, следует вычертить шесть квадратов с примерами горизонтальных, вертикальных, наклонных под углом 45° и пересекающихся ли-

А Б В Г Д Е Ж

З И Й К Л М Н

О П Р С Т У Ф

Х Ц Ч Ш Щ Ъ

Рис. 2. Шрифт чертежный (прописные буквы)

Ы Ъ Э Ю Я 12

34567890

а б в г д е ж з и

й к л м н о п р

Рис. 3. Шрифт чертежный (прописные буквы, цифры и строчные буквы)

с т у ф х ц ч ш

щ ъ ы ь э ю я , " ' „

№ ∅ R □ ° % ∅

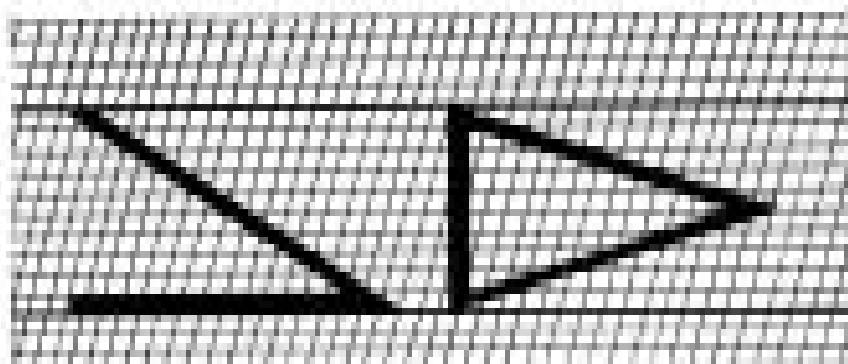


Рис. 4. Шрифт чертежный (строчные буквы и знаки)

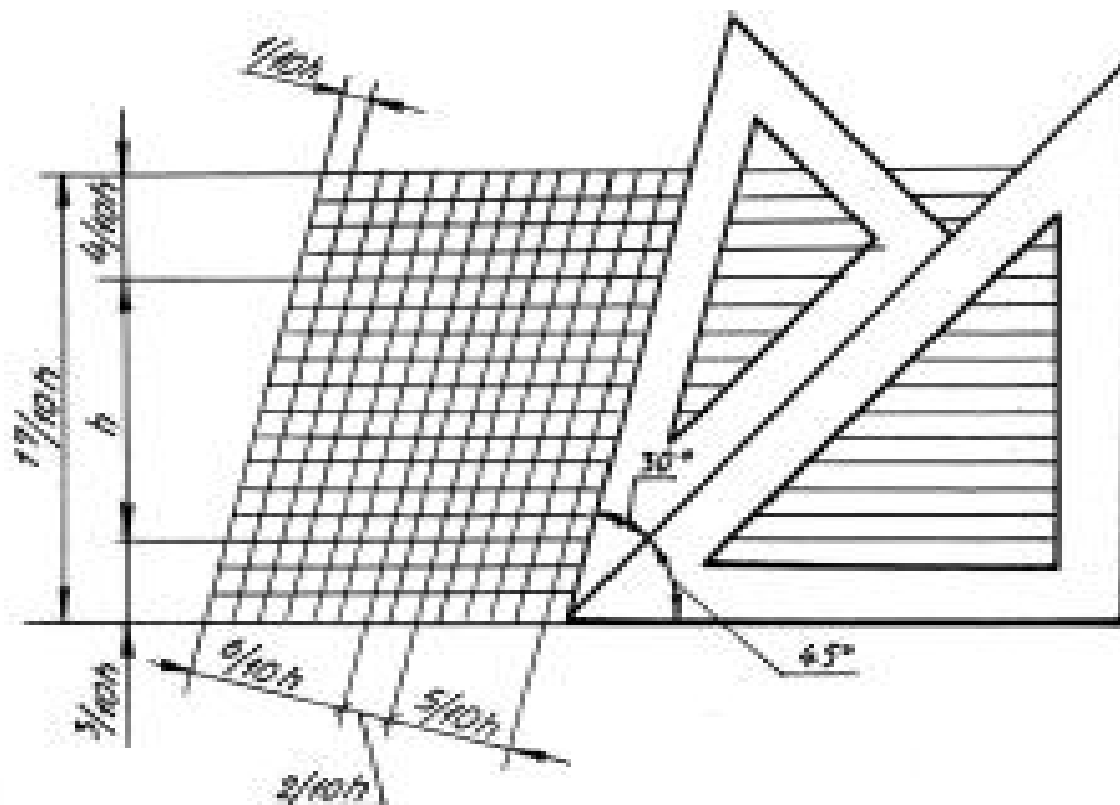


Рис. 5. Выполнение модульной сетки



Рис. 6. Написание текста без модульной сетки

ний четырех типов: сплошные основные, тонкие, штриховые и штрихпунктирные. Ниже изобразить три окружности, поделенные на 4, 5 и 6 частей с соответствующими построениями. Непосредственно над основной надписью по произвольным размерам выполнить чертеж с применением разных типов линий.

5. Заполнить основную надпись. Образец выполнения правой части задания приведен на рис. 7.

Методические указания к выполнению листа 1 “Шрифты. Линии чертежа”

Качество графического исполнения чертежа во многом зависит от чертежных инструментов и правильной подготовки их к работе, а также от навыков работы с ними.

В обязательный минимум инструментов и материалов входят: готовальня, линейка, два треугольника, лучше деревянные (один с углами 90° , 30° , 60° и другой с углами 90° , 45° , 45°), карандаши простые (Т, ТМ, М), стиральная резинка, нож для затачивания, бумага наждачная и чертежная.

Линии отличаются между собой по толщине, но тон (яркость) у них должны быть одинаковы.

Для выполнения чертежа в тонких линиях следует пользоваться карандашом Т или ТМ, заточенным на конус, а обводку видимых линий, написание шрифта делают карандашом с грифелем “лопаточкой” (рис. 8).

В циркуле игла должна быть слегка длиннее графита, как это показано на рис. 9. Для соблюдения необходимой толщины и яркости при обводке изображений грифель в обойме циркуля затачивается в виде “лопаточки” и должен быть на один порядок мягче, чем в карандаше. Циркуль следует устанавливать перпендикулярно к плоскости листа бумаги и вращать только в одном направлении.

Во время работы грифель периодически подправляют на мелкозернистой наждачной бумаге, которую обычно накладывают на картон и сгибают пополам, чтобы не пачкать другие принадлежности.

Шрифты чертежные (ГОСТ 2.304 – 81). Установлены следующие размеры шрифта: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Размер в скобках не рекомендуется применять.

Размер шрифта h – высота прописных букв в миллиметрах, измеряемая перпендикулярно основанию строки.

Установлены следующие типы шрифта (d – толщина линий шрифта):

- тип А без наклона ($d = 1/14 h$);
- тип А с наклоном около 75° ($d = 1/14 h$);
- тип Б без наклона ($d = 1/10 h$);
- тип Б с наклоном около 75° ($d = 1/10 h$).

Наиболее часто применяется шрифт типа Б с наклоном, конструкция которого показана на рис. 2–4, а основные параметры приведены в таблице 1.

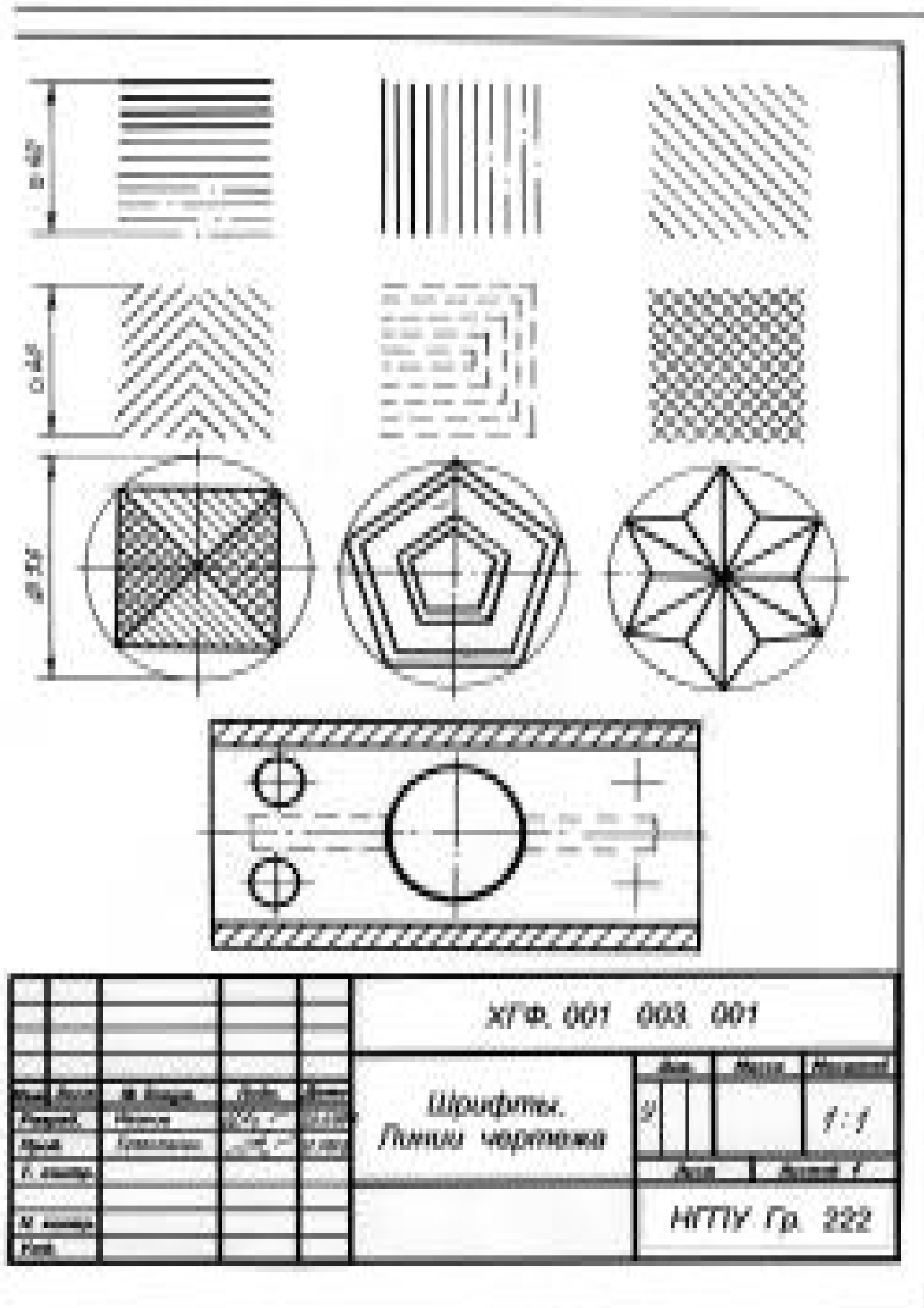


Рис. 7. Пример выполнения листа 1

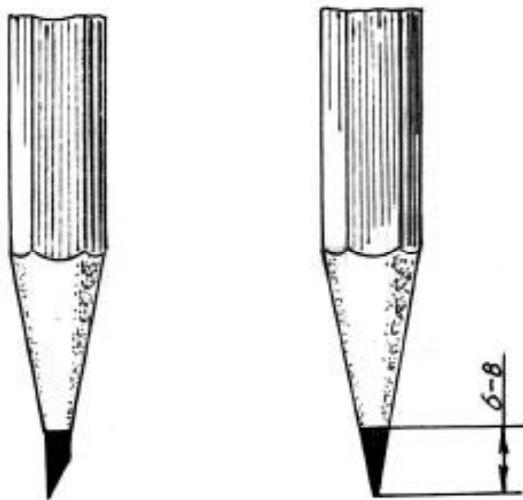


Рис. 8. Приемы заточки карандашей

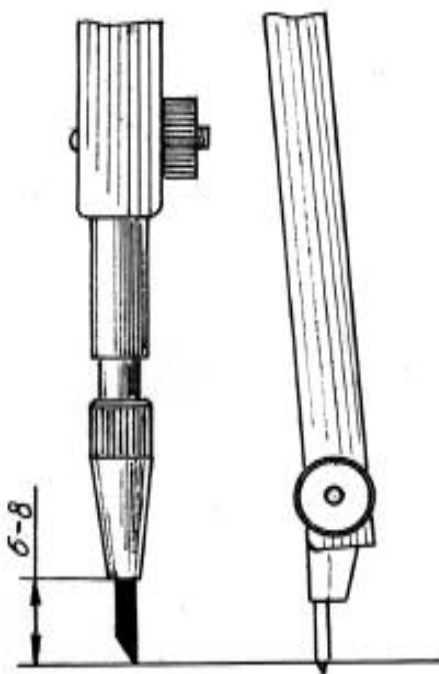


Рис. 9. Подготовка циркуля к работе

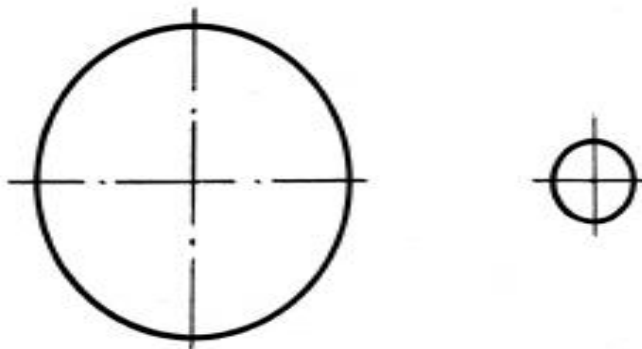


Рис. 10. Проведение центровых линий

Таблица 1

Параметры шрифта	Относительный размер		Размеры, мм							
Размер шрифта: высота прописных букв высота строчных букв	$(10/10)h$ $(7/10)h$	$10d$ $7d$	2,5 1,8	3,5 2,5	5 3,5	7 5	10 7	14 10	20 14	
Расстояние между буквами	$(2/10)h$	$2d$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4,0	
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	$(17/10)h$	$17d$	4,3	6,0	8,5	12	7	24	34	
Минимальное расстояние между словами	$(6/10)h$	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12	
Толщина линий шрифта	$(1/10)h$	d	0,25	0,3	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	

Для правильного выполнения надписей крупного размера (10 и выше) используют вспомогательную сетку, образованную тонкими линиями, в которую вписываются буквы. Шаг вспомогательных линий сетки равен толщине линий шрифта ($d = 1/10 h$). Для проведения параллельных прямых под углом 75° следует использовать два треугольника, как показано на рис. 5. Для более мелких надписей (7; 5; 3,5; 2,5) достаточно провести лишь две параллельные горизонтальные прямые, а для контроля угла 75° несколько наклонных прямых с интервалом 10–20 мм.

Буквы и цифры следует выполнять по частям, допуская движение руки только по двум направлениям – сверху вниз и слева направо.

При выполнении надписей строчными буквами толщина обводки прописных букв должна быть такая же, как и строчных (рис. 6).

Расстояние между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой (например: ГА, АТ, ГД, РА), может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.




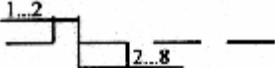
Линии (ГОСТ 2.303 – 68). Наименование, начертание, толщина и основные назначения линий приведены в таблице 2.

Толщина сплошной основной линии s должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина всех остальных линий чертежа зависит от толщины сплошной основной линии.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихи и промежутки между ними должны быть приблизительно одинаковой длины.

Штрихпунктирные линии должны пересекаться в центре и заканчиваться штрихами, выходящими за контур на 2–5 мм (рис. 10). Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм (рис. 10).

Таблица 2

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1	2	3	4
1. Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей (“обстановка”) Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии перехода воображаемые Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
3. Сплошная волнистая			Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза Линии невидимого контура
4. Штриховая			Линии перехода невидимые

1	3	3	4
5. Штрих-пунктирная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6. Штрих-пунктирная утолщенная		От $\frac{s}{2}$ до $\frac{2}{3}s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термобработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (“наложенная проекция”)
7. Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрих-пунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии сгиба на развертках Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Вопросы для самопроверки

1. Как подготовить к работе чертежные инструменты – циркуль и карандаш?
2. Как подготовить формат листа для выполнения на нем чертежа?
3. Какие размеры имеет формат А3?
4. Что называется размером шрифта?
5. Какие размеры шрифта рекомендуются для чертежей?
6. Допускается ли применение на чертежах прямого шрифта?
7. Что такое шаг сетки и чему он равен?
8. Чем определяется высота прописных букв?
9. Какова толщина обводки прописных и строчных букв одного номера шрифта?
10. Каково расстояние между буквами, между словами, между строками?
11. Для чего применяется сплошная толстая основная линия? Какова ее толщина?
12. Какую толщину имеют линии осевые, центровые, выносные, размерные?
13. Как изображаются центровые линии для окружности диаметра менее 12 мм?

ЛИСТ 2 “НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ”

Порядок выполнения задания:

1. На листе формата А3 (297х420) вычертить рамку чертежа и основную надпись.
2. Тонкой линией разделить формат вдоль длинной стороны пополам.
3. В правой половине листа в масштабе 1:1 начертить изображение детали 1, предварительно повернув его в направлении стрелки А на определенный угол:
 - в вариантах 1, 4, 7, 10, 13, 16 – на 90°;
 - в вариантах 2, 5, 8, 11, 14, 17 – на 180°;
 - в вариантах 3, 6, 9, 12, 15, 18 – на 270°.

Варианты заданий приведены в приложении 1.

4. В соответствии с ГОСТом 2.307 – 68 нанести размеры на изображении детали 1, т.к. при ее повороте многие размерные числа окажутся неверно проставленными. Обозначить толщину детали 3 мм.

5. В левой половине листа изобразить детали 2, 3, 4, варианты которых даны в приложении 2.

6. В масштабе 1:1 перерисовать изображение детали 2 и нанести указанные размеры.

7. Изобразить деталь 3 и нанести необходимые размеры. Обозначить толщину детали 8 мм.

8. Начертить деталь 4 и помимо указанных размеров нанести размеры сферы, конуса, цилиндра, квадратной призмы и конической фаски, выполненной под углом 45°.

Образец выполненного задания приведен на рис. 11.

Примечание. При выполнении чертежей деталей 3 и 4 размеры взять произвольно, проставив затем соответствующие размерные числа.

Методические указания к выполнению листа 2 “Нанесение размеров”

ГОСТ 2.307 – 68 “Нанесение размеров и предельных отклонений” устанавливает следующие правила:

- Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.
- Размерные линии ограничивают по концам стрелками, форма и размеры которых показаны на рис. 12. Все стрелки на чертеже должны быть примерно одинаковыми.
- Размерную линию проводят параллельно измеряемому отрезку, а выносные линии перпендикулярно размерным (рис. 13).
- Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм.
- Выносные линии должны выходить за концы сторон размерной линии на 1–5 мм.
- Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.
- Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым.
- Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.
- Не допускается использование линий контура, осевых, центровых и выносных линий в качестве размерных.
- Если вид или разрез симметричного предмета или отдельно симметрично расположенных элементов изображены только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят тоже с обрывом, а обрыв делают дальше оси или линии обрыва предмета, при этом размерное число указывает полный размер (рис. 13, 14).
- При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 15).
- Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то их наносят снаружи, как показано на рис. 16, 17.
- При расположении размеров цепочкой стрелки заменяют засечками под углом 45° к размерной линии или четко наносимыми точками (рис. 16, 17).
- Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине, при недостатке места размерное число помещают на полках линий-выносок или на продолжении размерной линии (рис. 16, 17).
- При нанесении нескольких параллельных размерных линий размерные числа рекомендуются располагать в шахматном порядке (рис. 18).
- Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на рис. 19, 20.
- Угловые размеры наносят, как показано на рис. 21.

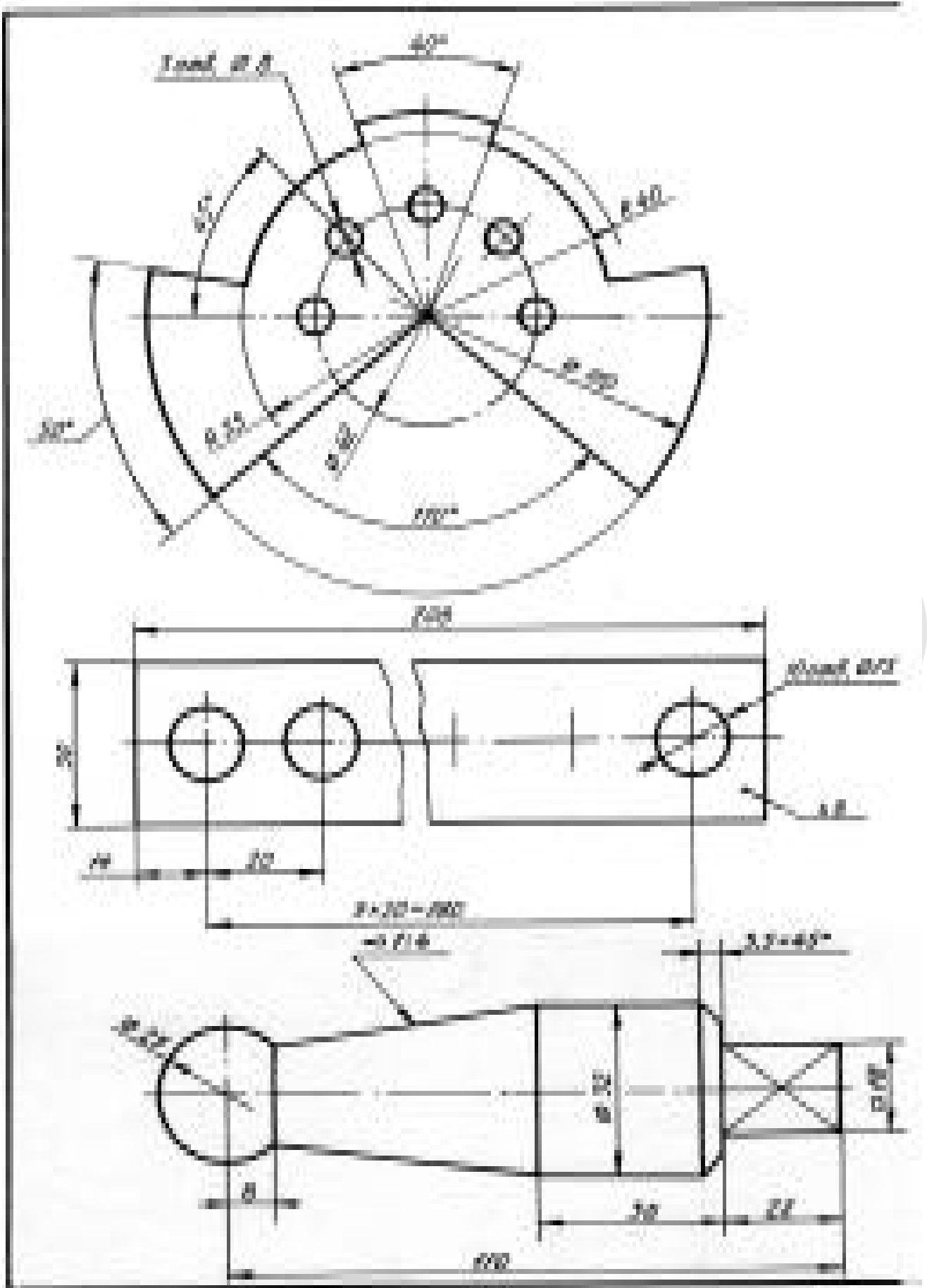
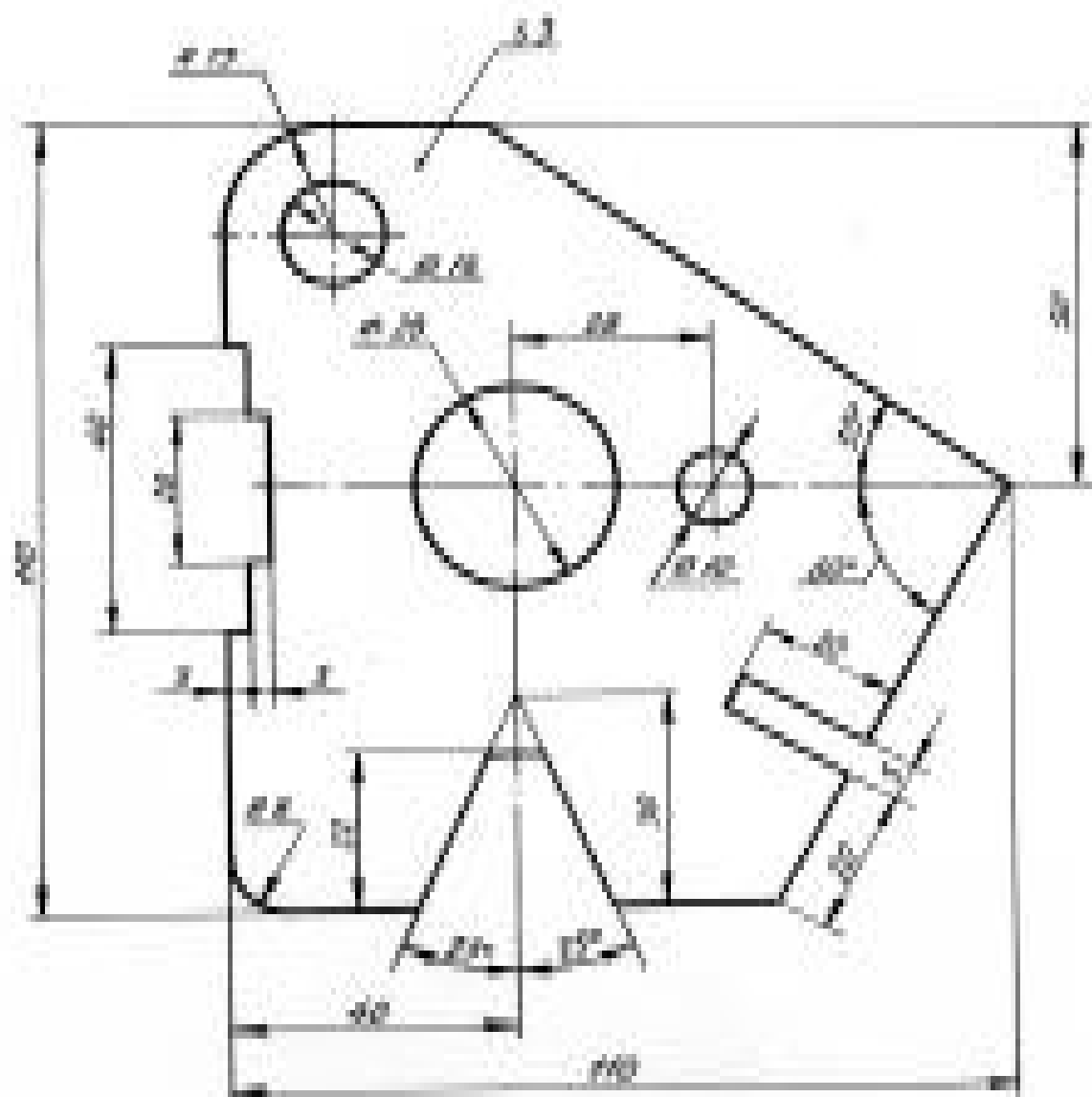


Рис. 11. Пример выполнения листа 2



					ХГФ. 001 003 002		
					Наименование размеров	Диаг.	Масштаб
Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.		У	1:1
Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.			
Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.	Изм. Динам.		Диаг.	Масштаб 1
Изм. Динам.						ИЗМ. Гр.222	
Изм. Динам.							

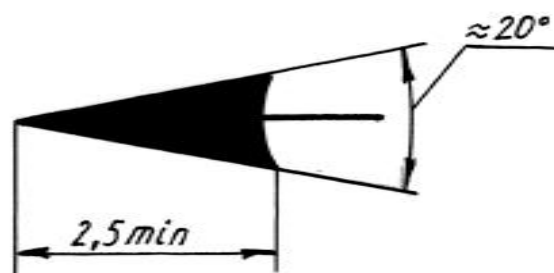


Рис. 12. Стрелка размерной линии

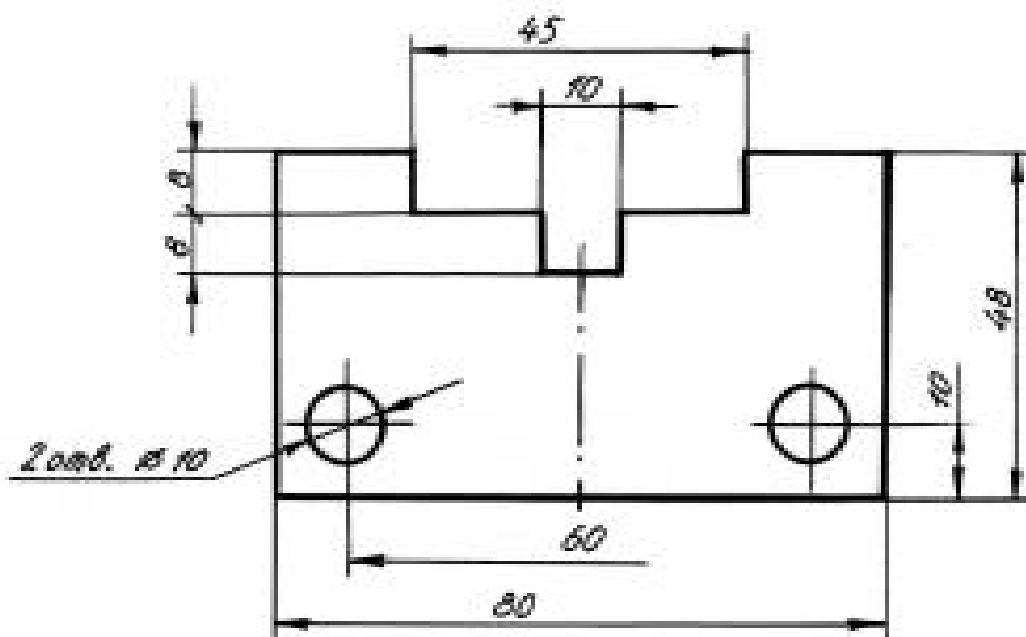


Рис. 13. Простановка линейных размеров

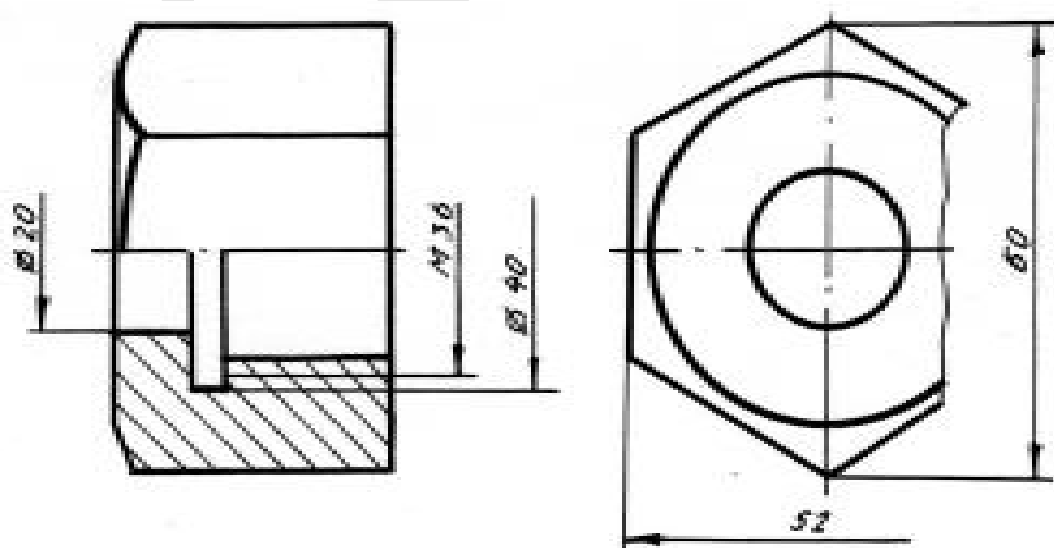


Рис. 14. Обрыв размерных линий

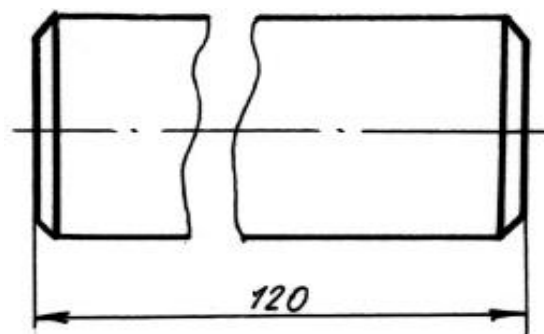


Рис. 15. Простановка размера изображения с разрывом

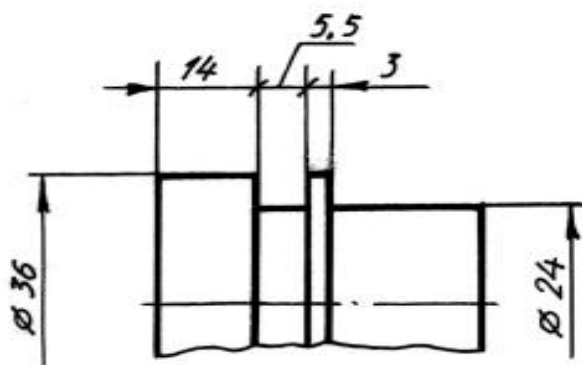


Рис. 16. Простановка размеров на коротких размерных линиях

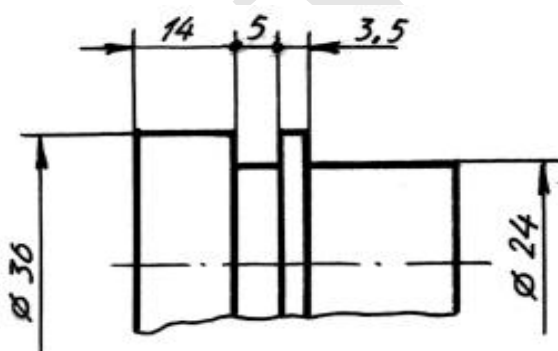


Рис. 17. Простановка размеров цепочкой

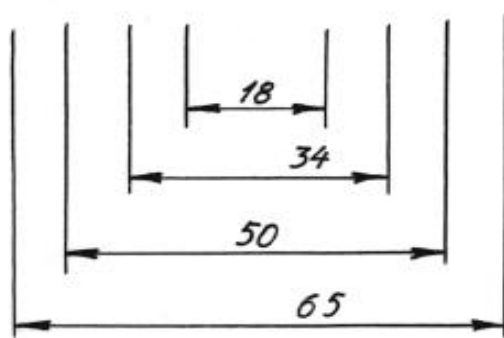


Рис. 18. Размещение размерных чисел на параллельных линиях

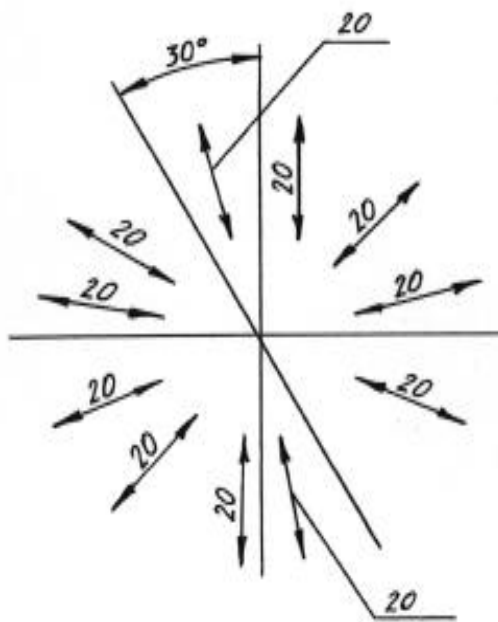


Рис. 19. Простановка линейных размеров под различными углами наклона

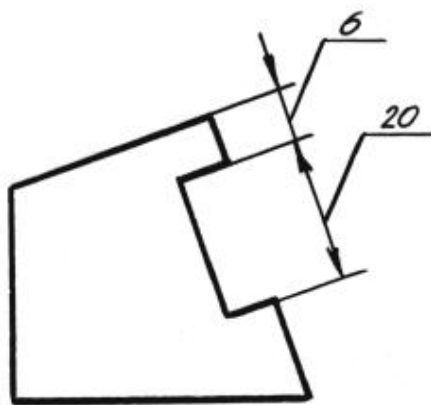


Рис. 20. Простановка линейных размеров в зоне 30°

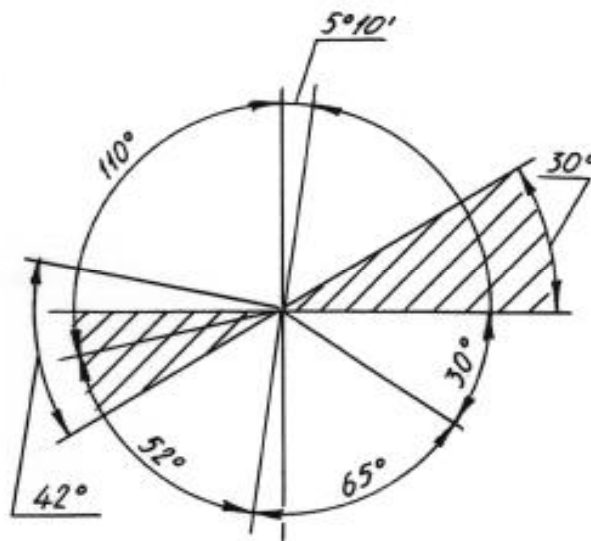


Рис. 21. Простановка угловых размеров

- Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу, рекомендуется группировать в одном месте, где форма этого элемента показана наиболее полно, как на рис. 14 для размеров 52 и 60.

- При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R* и применяют ее в случаях, если на чертеже изображение составляет менее половины окружности.

- Размеры радиусов наружных скруглений наносят как показано на рис. 22, внутренних скруглений – на рис. 23.

- При большой величине радиуса, центр дуги которого должен быть закоординирован, допускается приближать его к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рис. 24).

- Размеры одинаковых радиусов допускается указывать на общей полке (рис. 25).

- Если радиусы скруглений, сгибов и т.п. на всем чертеже одинаковы или какой-либо радиус является преобладающим, то вместо нанесения размеров этих радиусов непосредственно на изображении рекомендуется в технических требованиях делать запись типа: “Радиусы скруглений 4 мм”; “Не указанные радиусы 5 мм” и т.п.

- При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак Ø (рис. 26). Если на чертеже изображена сфера, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается писать слово “сфера” или знак *O*, например, “сфера 15”, *O*R 10 (рис. 27).

- Размер квадрата наносят как показано на рис. 27, 28.

- Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак \triangleright , острый угол которого должен быть направлен в сторону вершины конуса и располагается вместе с соотношением над осевой линией или на полке линии-выноски (рис. 29).

- *Конусность K* определяется как отношение разности диаметров *D* и *d* двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними (рис. 30): $K = \frac{D - d}{L}$;

- Уклон поверхности следует указывать непосредственно у изображения поверхности уклона или на полке линии-выноски в виде соотношения или в процентах. Знак уклона должен быть направлен в сторону уклона (рис. 31).

- *Уклон* – это величина, которая характеризует наклон одной линии по отношению к другой. Уклон *i* определяется по формуле: $i = \frac{h}{L}$.

- *Фаска* – это коническое притупление угла между цилиндрической поверхностью детали и торцевой плоскостью. Если фаска выполнена под углом 45°, то размер указывают в виде произведения высоты конуса фаски на величину угла между образующей конуса и осью детали (рис. 32 а, б).

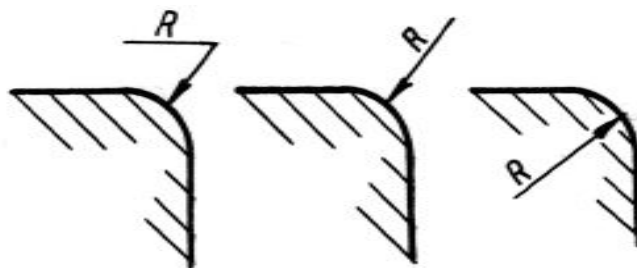


Рис. 22. Простановка размеров наружных радиусов

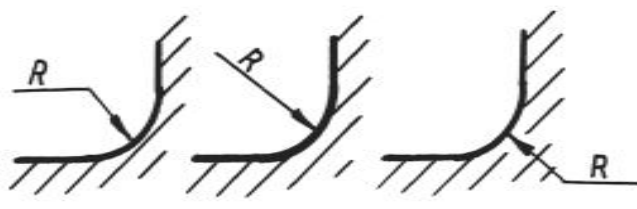


Рис. 23. Простановка размеров внутренних радиусов

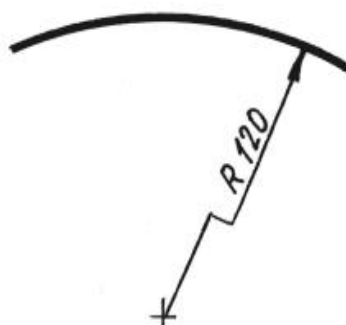


Рис. 24. Простановка размера большого радиуса



Рис. 25. Простановка размеров одинаковых радиусов

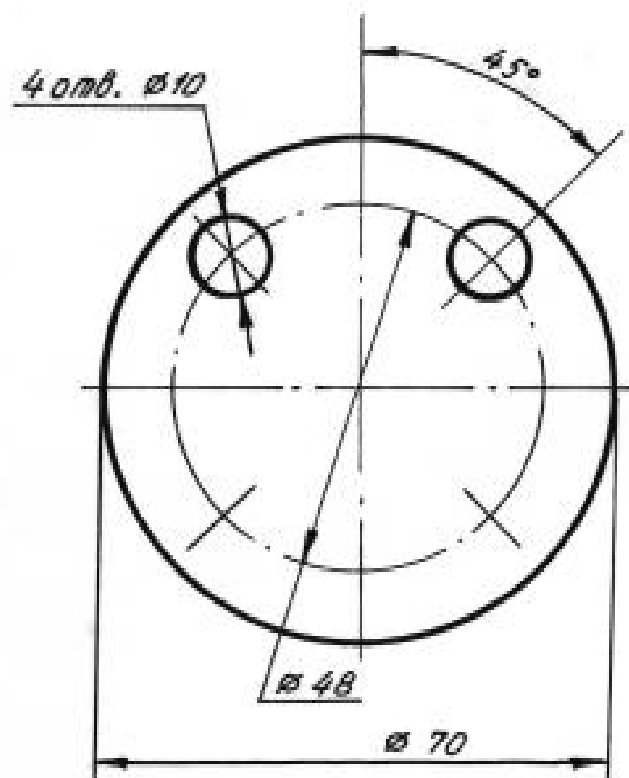


Рис. 26. Указание размеров диаметров

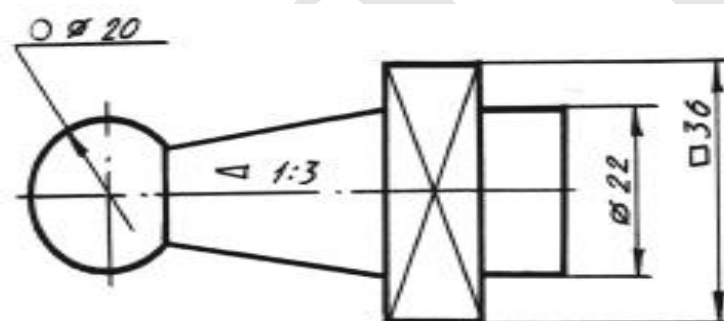


Рис.27. Пример простановки размеров (сфера, конус, квадратная призма, цилиндр)

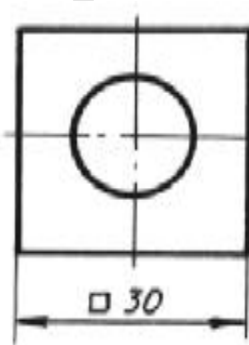


Рис. 28. Размер квадрата

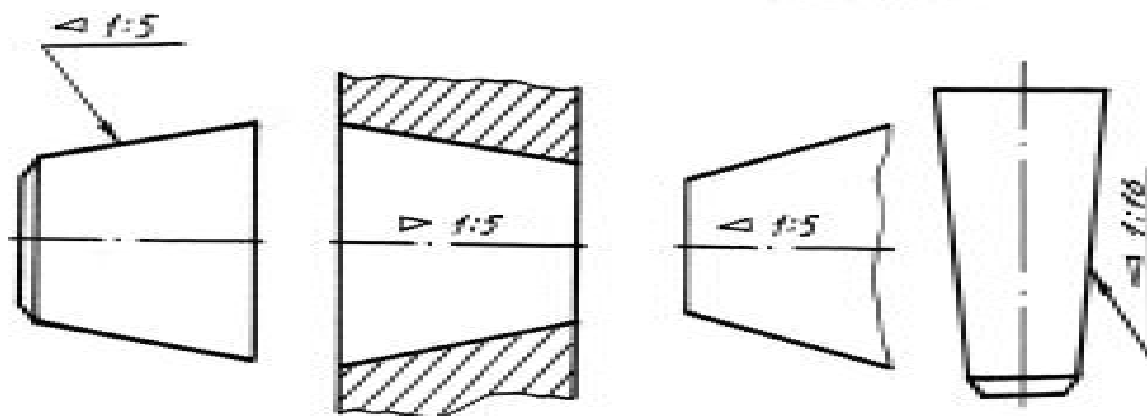


Рис. 29. Размер конусности

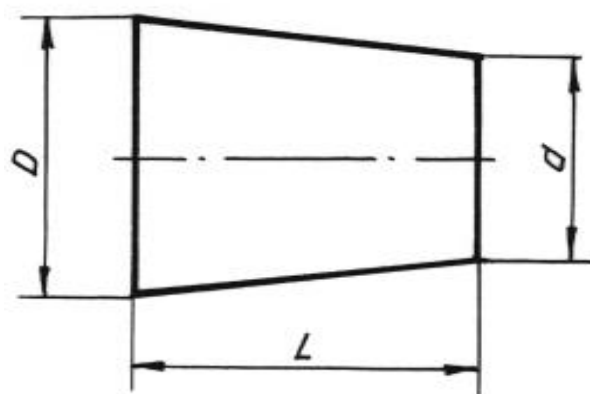


Рис. 30. Соотношения размера конуса

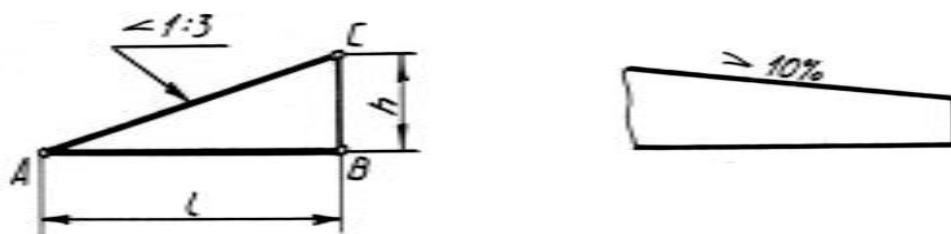


Рис. 31. Указание размера уклонов

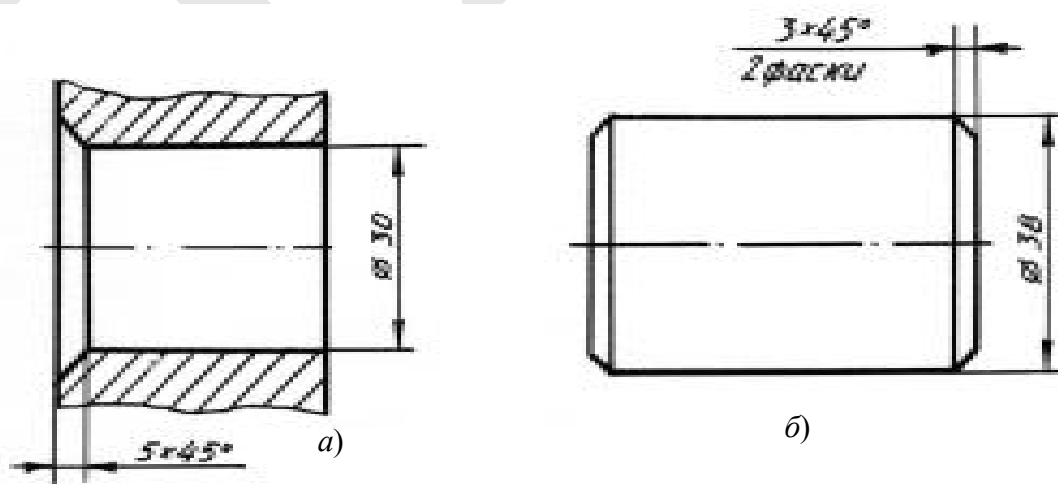


Рис. 32. Простановка размеров фасок: а) в отверстии; б) на стержне

- Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам – линейными и угловыми размерами (рис. 33 а, б) или двумя линейными размерами (рис. 33, в).

- Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, эти размеры в одном месте ($R\ 12, 8, 5$). Количество одинаковых отверстий всегда указывается (рис. 34).

- При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 35).

- Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия, рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (рис. 36).

- При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят, как показано на рис. 37.

Вопросы для самопроверки

1. В каких единицах измерения проставляются размерные числа на чертежах?
2. На каком расстоянии от контура проводятся размерные линии? друг от друга?
3. Как правильно изображается стрелка размерной линии?
4. В каких случаях стрелка размерной линии на чертеже заменяется? чем заменяется?
5. В каких случаях линейные размеры следует проставлять на полке линии-выноски? угловые размеры?
6. В каких случаях проставляются знаки диаметра \varnothing , а в каких знаки радиуса R ?
7. Что называется уклоном, конусностью?
8. Как на чертеже проставляется размер конической фаски с углом 45° и 30° ?
9. Как обозначается толщина и длина детали при наличии на чертеже только одного изображения?
10. Как располагаются размерные числа при наличии нескольких параллельных размерных линий?

ЛИСТ 3 “СОПРЯЖЕНИЯ. ПРОКАТ”

Порядок выполнения задания:

1. На листе формата А3 (297x420) вычертить рамку чертежа и основную надпись.
2. Тонкой линией разделить формат вдоль длинной стороны пополам.
3. В левой половине листа в масштабе 1:1 по заданным размерам выполнить чертеж детали, содержащей различные случаи сопряжений в очертании контура внешних и внутренних форм. Нанести размеры. Варианты заданий приведены в приложении 3. Перед выполнением чертежа следует определить, какие случаи со-

Таблица 3

Балки двутавровые (по ГОСТу 8239–72)

Номер варианта	Номер балки	Размеры, мм					
		h	b	d	t	R	R_1
1, 2	14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0
3, 4	16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5
5, 6	18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5
7, 8	18a	180	100	5,1	8,3	9,0	3,5

Таблица 4

Швеллеры (по ГОСТу 8240–720)

Номер варианта	Номер балки	Размеры, мм					
		h	b	d	t	R	R_1
9, 10	14	140	58	4,9	8,1	8	3
11, 12	16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5
13, 14	18	180	70	5,1	8,7	9	3,5
15, 16	18a	180	74	5,1	9,3	9	3,5

пряжений встречаются в данной задаче. Примеры построения сопряжений приведены на рис. 38–45.

Алгоритм построения сопряжений:

- найти центр сопряжения;
- определить точки сопряжения;
- построить сопрягаемую дугу (прямую).

Линии построения сохранить!

4. В правой половине формата, над основной надписью в масштабе 1:1 вычертить профиль прокатной стали балки двутавровой (рис. 46, а) или швеллера (рис. 46, б), проставить размеры и выполнить штриховку. Данные взять из таблиц 3, 4 и рис. 46 в соответствии с номером варианта. Построение уклона выполнить на свободном поле чертежа.

5. Заполнить основную надпись. Образец выполнения задания дан на рис. 47.

Методические указания к выполнению листа 3 “Сопряжения. Прокат”

Сопряжение – это плавный переход одной линии в другую, выполненный при помощи промежуточной линии. Промежуточной линией может быть прямая или дуга окружности.

Построение сопряжений основано на следующих теоретических положениях:

- Прямая сопрягается с окружностью, если она перпендикулярна радиусу, проведенному в точку касания K .

2. Две окружности сопрягаются, если точка их касания находится на отрезке прямой, соединяющей их центры.

Сопряжение двух прямых линий. *Сопряжение сторон острого угла* дугой радиуса R (рис. 38, а). На расстоянии R провести две прямые, параллельные заданным сторонам угла. Пересечение этих прямых есть точка O – центр сопряжения. Опустив перпендикуляры к сторонам угла из центра O , получаем точки сопряжения K_1 и K_2 .

Сопряжение сторон тупого угла дугой радиуса R (рис. 38, б). Центр и точки сопряжения находятся так же, как и для острого угла.

Сопряжение сторон прямого угла дугой радиуса R (рис. 38, в). Из вершины O провести дугу окружности радиусом R и на сторонах прямого угла получим точки сопряжения K_1 и K_2 . Из полученных точек, как из центров, тем же радиусом R провести дуги, на пересечении которых находим центр сопряжения O_1 .

Сопряжение прямой с окружностью. *Внешнее сопряжение* прямой с окружностью дугой заданного радиуса R_1 (рис. 39, а). Из центра заданной окружности O провести вспомогательную дугу радиусом $R + R_1$. На расстоянии R_1 провести прямую, параллельную заданной. На пересечении вспомогательных линий получаем центр сопряжения – точку O_1 . Одна точка сопряжения K_1 лежит на прямой, соединяющей центры O и O_1 . Для нахождения второй точки K_2 следует из центра сопряжения O_1 опустить перпендикуляр к заданной прямой.

Внутреннее сопряжение прямой с окружностью дугой заданного радиуса R_1 (рис. 39, б). Определение центра и точек сопряжения находят аналогично предыдущему случаю 1, с той лишь разницей, что радиус вспомогательной дуги равен $R_1 - R$.

Сопряжение двух окружностей. Сопряжение может быть внешним, внутренним и смешанным.

Внешнее сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса R_2 (рис. 40). Из центра O провести вспомогательную дугу радиусом $R + R_2$, а из центра O_1 радиусом $R_1 + R_2$. Пересечение этих дуг есть искомая точка O_2 – центр сопряжения. Точки сопряжения K_1 и K_2 лежат на прямых OO_2 и O_1O_2 , пересекающих заданные окружности.

Внутреннее сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса R_2 (рис. 41). Для определения центра O_2 надо провести две вспомогательные дуги радиусами $R_2 - R$ и $R_2 - R_1$ соответственно из центров O и O_1 . Пересечение этих дуг есть центр сопряжения O_2 . Теперь соединив центры O и O_2 , O_1 и O_2 прямыми линиями до пересечения с заданными окружностями, получим точки сопряжения K_1 и K_2 .

Смешанное сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса R_2 (рис. 42). Из центра O провести вспомогательную дугу радиусом $R_2 - R$, а из центра O_1 провести вспомогательную дугу радиусом $R_1 + R_2$. Пересечение этих дуг есть центр сопряжения O_2 . Точки сопряжения K_1 и K_2 лежат на прямых OO_2 и O_1O_2 , пересекающих заданные окружности соответственно с центрами O и O_1 .

Построение касательных. Касательная к окружности из точки A , лежащей вне ее (рис. 43): отрезок AO поделить пополам и из полученной точки O_1 , как из центра, провести вспомогательную окружность радиусом AO_1 . Вспомогательная ок-

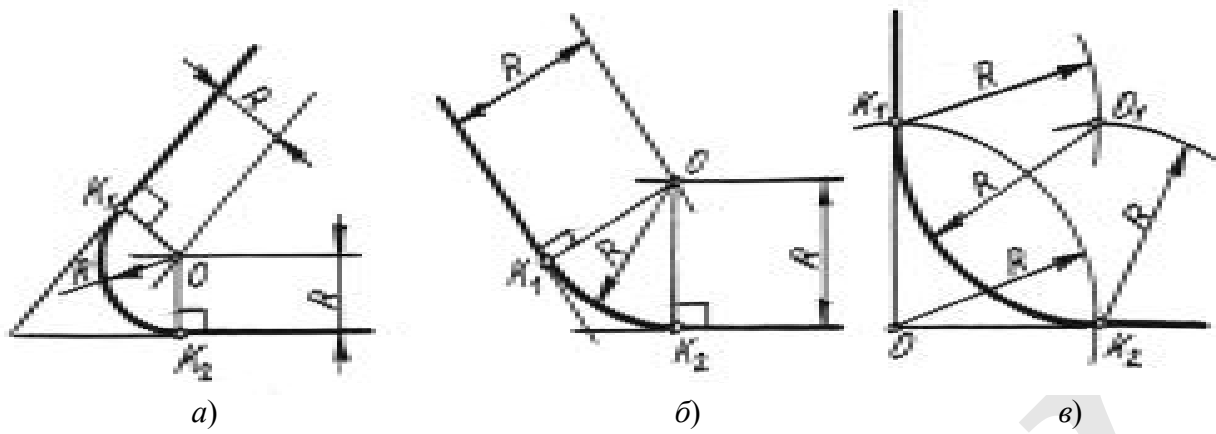


Рис. 38. Сопряжение двух прямых дугой окружности: а) острый угол; б) тупой угол; в) прямой угол

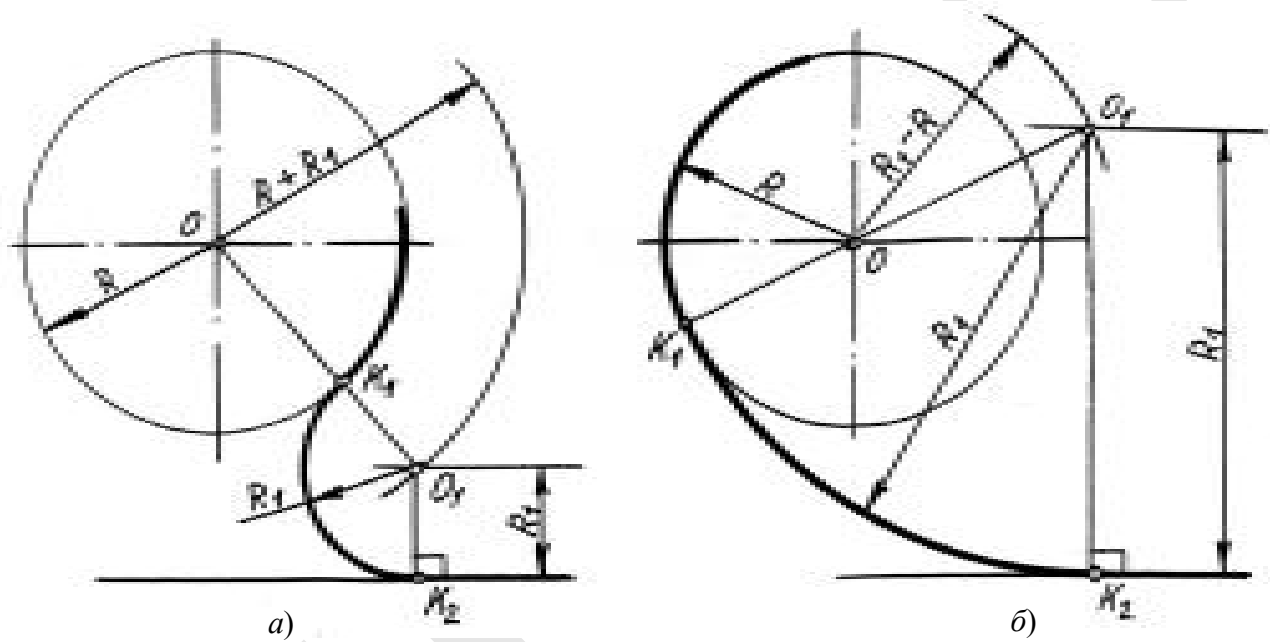


Рис. 39. Сопряжение окружности с прямой: а) внешнее; б) внутреннее

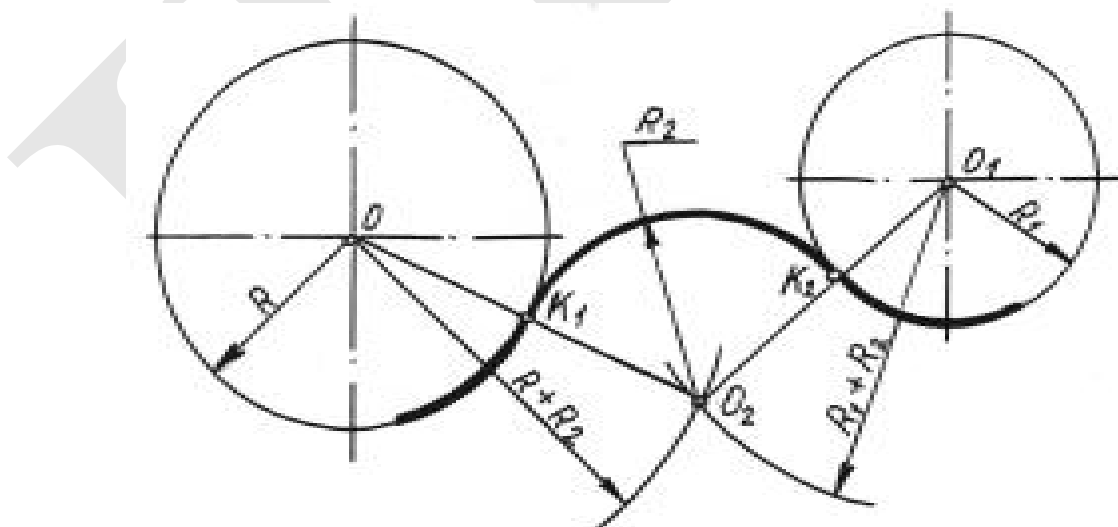


Рис. 40. Внешнее сопряжение окружностей

ружность пересекает заданную в точках K_1 и K_2 . Прямые AK_1 и AK_2 являются касательными к окружности, т.к. угол OK_1A прямой.

Внешняя касательная к двум окружностям (рис. 44). Из центра O большей окружности провести вспомогательную окружность радиусом $R - R_1$. Отрезок OO_1 поделить пополам и провести еще одну вспомогательную окружность радиусом $O_2O = O_2O_1$. Точки пересечения этих окружностей A и B соединить с центром O и продолжать до пересечения с заданной окружностью радиуса R в точках K_1 – это точки касания окружности большого радиуса.

Из центра O_1 провести прямые O_1K_2 , параллельные прямым OK_1 , до пересечения с контуром заданной окружности радиуса R_1 в точках K_2 .

Прямые K_1K_2 – искомые внешние касательные к двум окружностям.

Внутренняя касательная к двум окружностям (рис. 45). Из центра O провести вспомогательную окружность радиусом $R + R_1$. Отрезок OO_1 разделить пополам и из полученной точки O_2 , как из центра, провести еще одну вспомогательную окружность радиусом $OO_2 = O_1O_2$. Точки пересечения этих окружностей A и B соединить с центром O и на пересечении с окружностью радиуса R получим точки сопряжения (касания) K_1 . Из центра O_1 построить прямые, параллельные прямым OA и OB до пересечения с окружностью радиуса R_1 . Получим вторую пару точек касания K_2 на малой окружности.

Прямые K_1K_2 – искомые внутренние касательные к двум окружностям.

При построении профиля двутавровой балки или швеллера все размеры берутся из таблиц 3 и 4, а на чертеже вместо буквенных выражений, как это показано на рис. 46, ставят цифровые. Для того, чтобы построить заданный уклон, необходимо рядом с профилем построить прямоугольный треугольник с определенным соотношением катетов, что подробно рассмотрено в теме «Лист 2 “Нанесение размеров”» и показано на рис. 31, 46. Затем через точку, положение которой на про-

филе определено размером $\frac{b-d}{4}$ и параметром t , провести прямые, параллельные гипотенузе построенного прямоугольного треугольника.

После этого следует переходить к построению сопряжений радиусами R и R_1 . Штриховка профиля выполняется в соответствии с ГОСТом 2.306 – 68 (наклонные параллельные штрихи проводят под углом 45° с одинаковым интервалом).

Построение уклона на свободном поле чертежа следует сохранить в тонких линиях.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется сопряжением?
2. Какие теоретические положения являются основой для построения плавного перехода между линиями?
3. Какие элементы необходимы для построения сопряжений?
4. Каков алгоритм построения сопряжений?
5. Как найти центр дуги внешнего сопряжения двух окружностей? внутреннего? смешанного?
6. Как найти точки сопряжения на прямой и на окружности?

ЛИСТ 4 “КРИВЫЕ ЛЕКАЛЬНЫЕ”

Порядок выполнения задания:

1. На листе формат А3 (297х420) вычертить рамку чертежа и основную надпись.
2. В масштабе 1:1 выполнить построение четырех лекальных кривых. Данные для построения взять в таблице 5 в соответствии с номером варианта. Линии построения не стирать!
3. Над каждой кривой написать ее название шрифтом 5 или 7.
4. Заполнить основную надпись. Образец выполнения задания приведен на рис. 53.

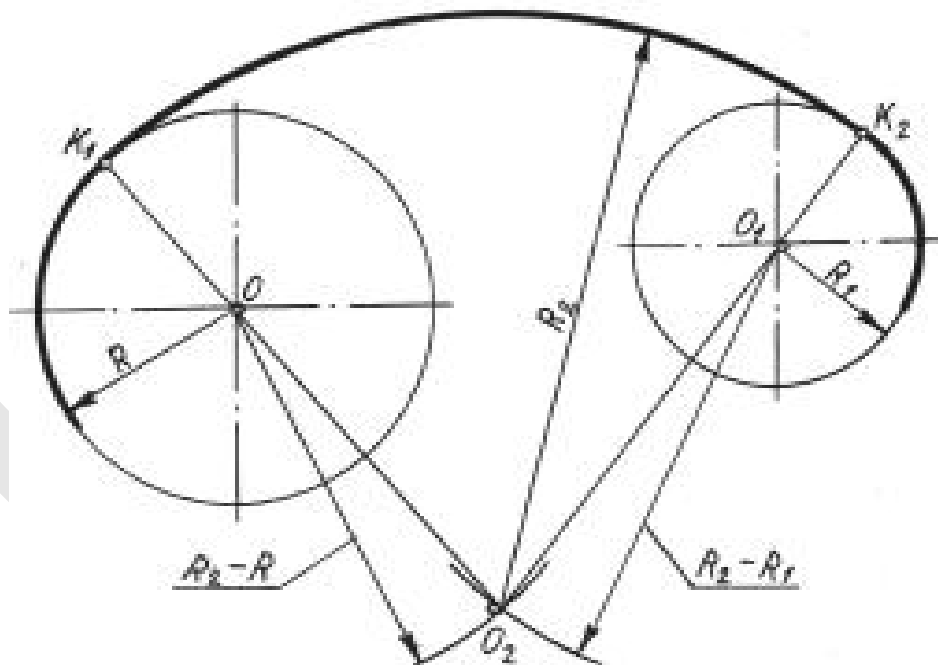


Рис. 41. Внутреннее сопряжение окружностей

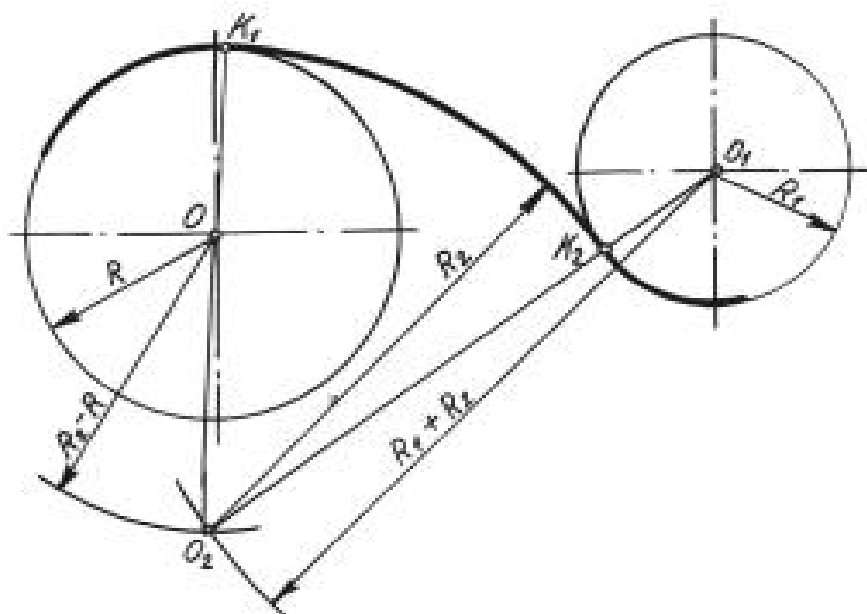


Рис. 42. Смешанное сопряжение окружностей

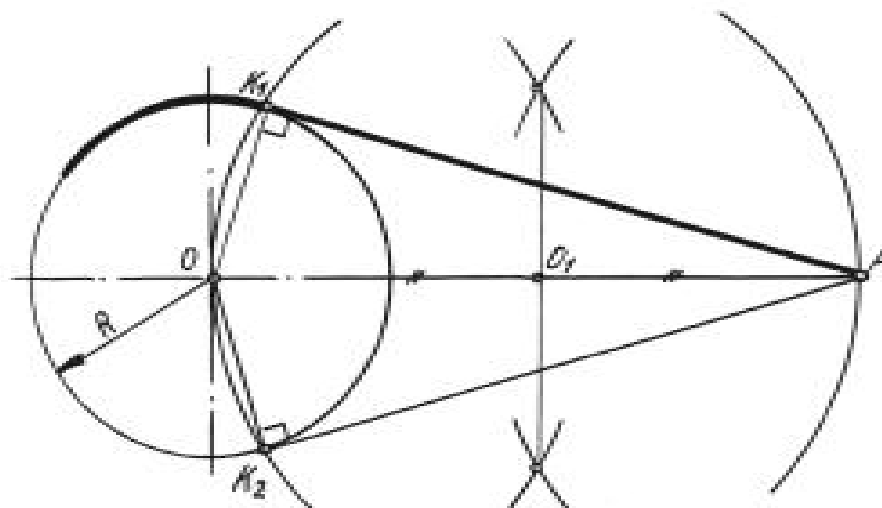


Рис. 43. Касательная точки и окружности

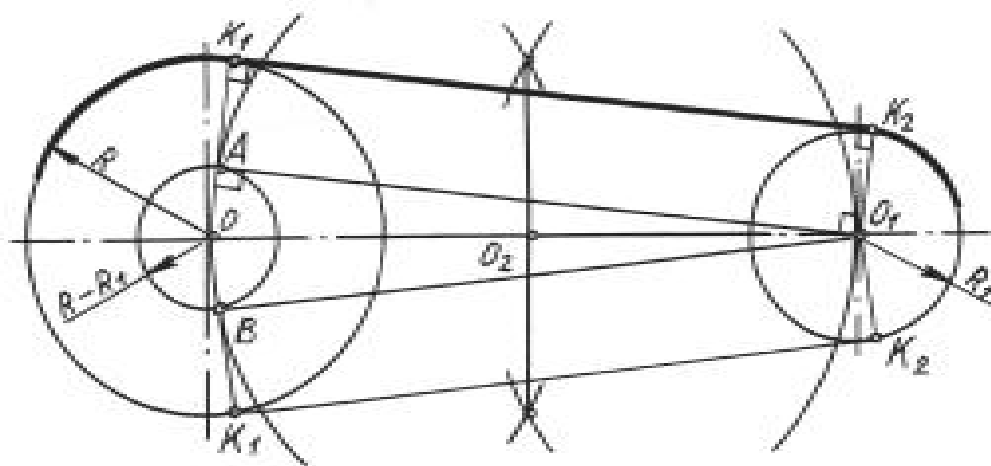


Рис. 44. Внешняя касательная к двум окружностям

Таблица 5

Номер варианта	Эллипс		Синусоида	Гипербола		Парабола	
	большая ось AB	малая ось CD	диаметр, d	действи- тельная ось A_1A_2	допускаемое расстояние $A_1F_1 = A_2F_2$	AB	BC
1	76	46	34	24	8	76	46
2	78	56	26	22	10	78	56
3	86	68	36	18	6	86	68
4	70	52	40	20	10	70	52
5	74	56	38	16	10	74	56
6	92	70	30	24	8	92	70
7	86	66	32	18	6	86	66
8	82	70	40	20	10	82	70
9	88	60	42	22	8	88	60
10	90	64	38	24	6	90	64
11	92	66	36	18	10	92	66
12	84	62	34	20	12	84	62
13	80	56	32	22	11	80	56
14	86	66	30	16	9	86	66
15	90	60	40	20	8	90	60
16	88	62	42	24	6	88	62

Методические указания к выполнению листа 4 «Кривые лекальные»

Эллипс (рис. 48). Из центра O провести две вспомогательные окружности диаметрами, указанными в варианте. Они, соответственно, равны значениям большой оси эллипса AB и малой CD . Окружность большого диаметра поделить на 12 или более равных частей и через полученные точки $I, 2, 3$ и т.д. из центра O провести пучок прямых $O1, O2, O3$ и т.д., которые пересекут малую окружность в точках $I_1, 2_1, 3_1$ и т.д. Из точек деления большой окружности провести прямые, параллельные малой оси эллипса CD , а из точек деления малой окружности – прямые, параллельные большой оси эллипса AB . Точки пересечения соответствующих прямых I, II, III и т.д. и будут точками, принадлежащими эллипсу.

Парабола (рис. 49). По заданным размерам AB и BC построить прямоугольник $ABCD$. Отрезки AD и CD поделить на одинаковое число равных частей, в данном примере на 6. Из точек деления вертикальной прямой $I, 2, 3$ провести прямые, параллельные оси параболы AB , а из вершины A – пучок лучей к точкам деления горизонтальной прямой CD . При пересечении соответствующих прямых получаются точки I, II, III, IV, V , принадлежащие параболе.

Синусоида (рис. 50). Окружность заданного диаметра d поделить на 12 частей. На такое же число равных частей делится отрезок прямой, равный длине окружности πd . Проведя через точки деления $1, 2, 3 \dots 12$ горизонтальные прямые, а через точки $I_1, 2_1, 3_1 \dots 12_1$ вертикальные прямые, в пересечении их находят точки $I, II, III \dots XII$, принадлежащие синусоиде.

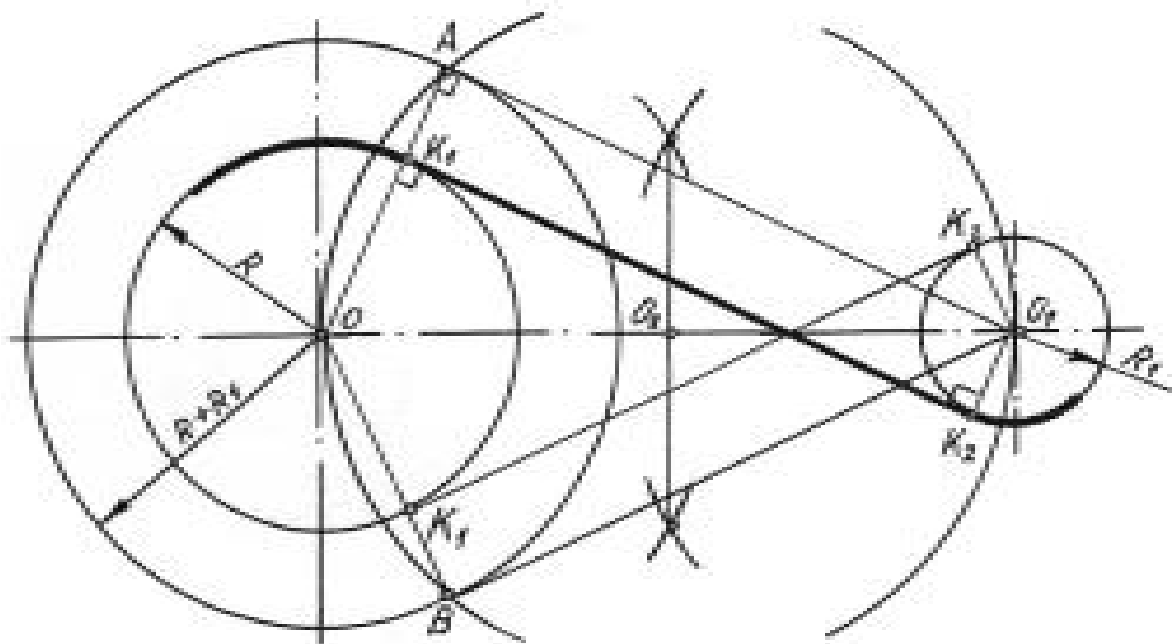


Рис. 45. Внутренняя касательная к двум окружностям

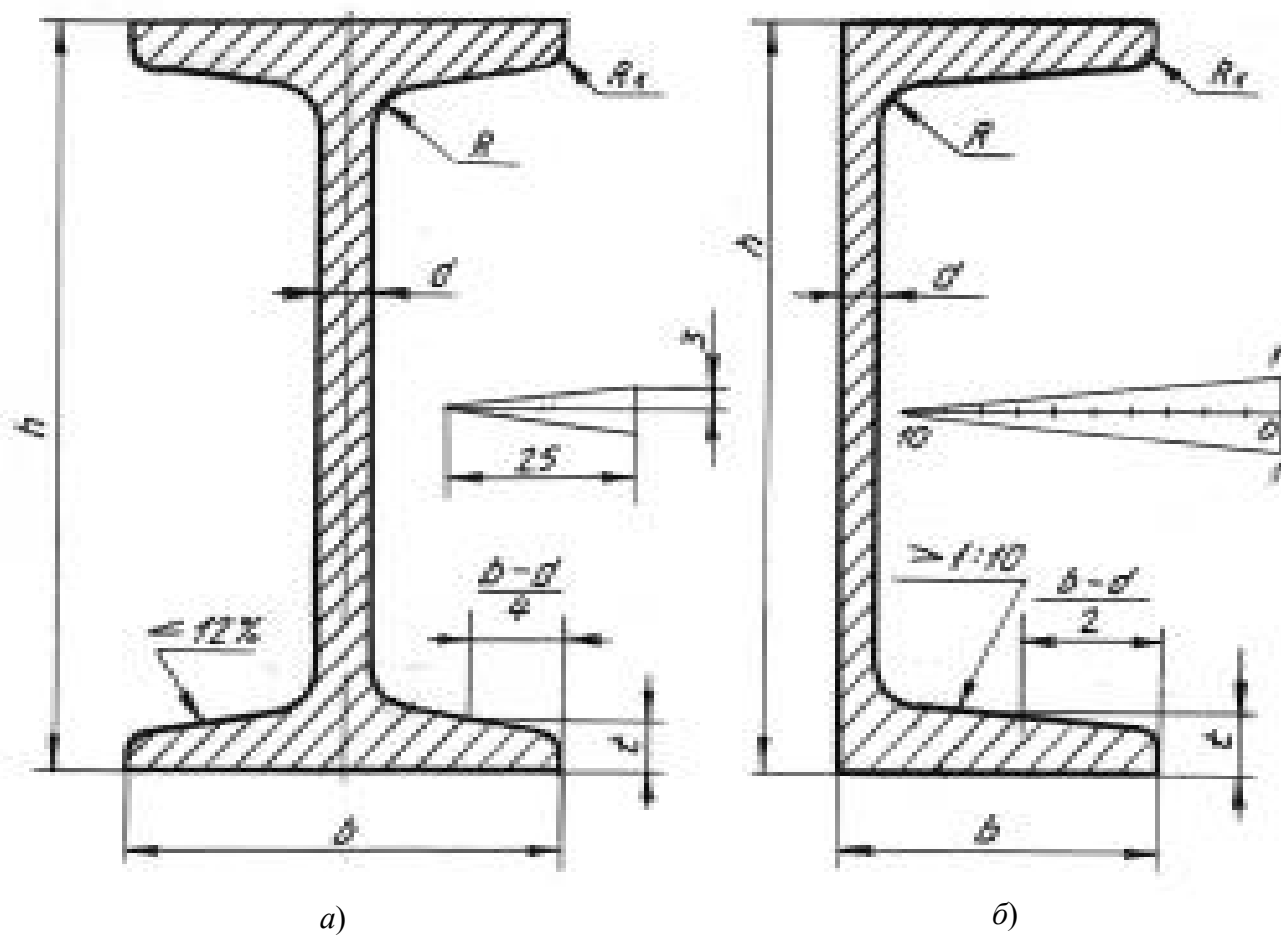


Рис. 46. Профили проката: а) двутавровая балка; б) швеллер

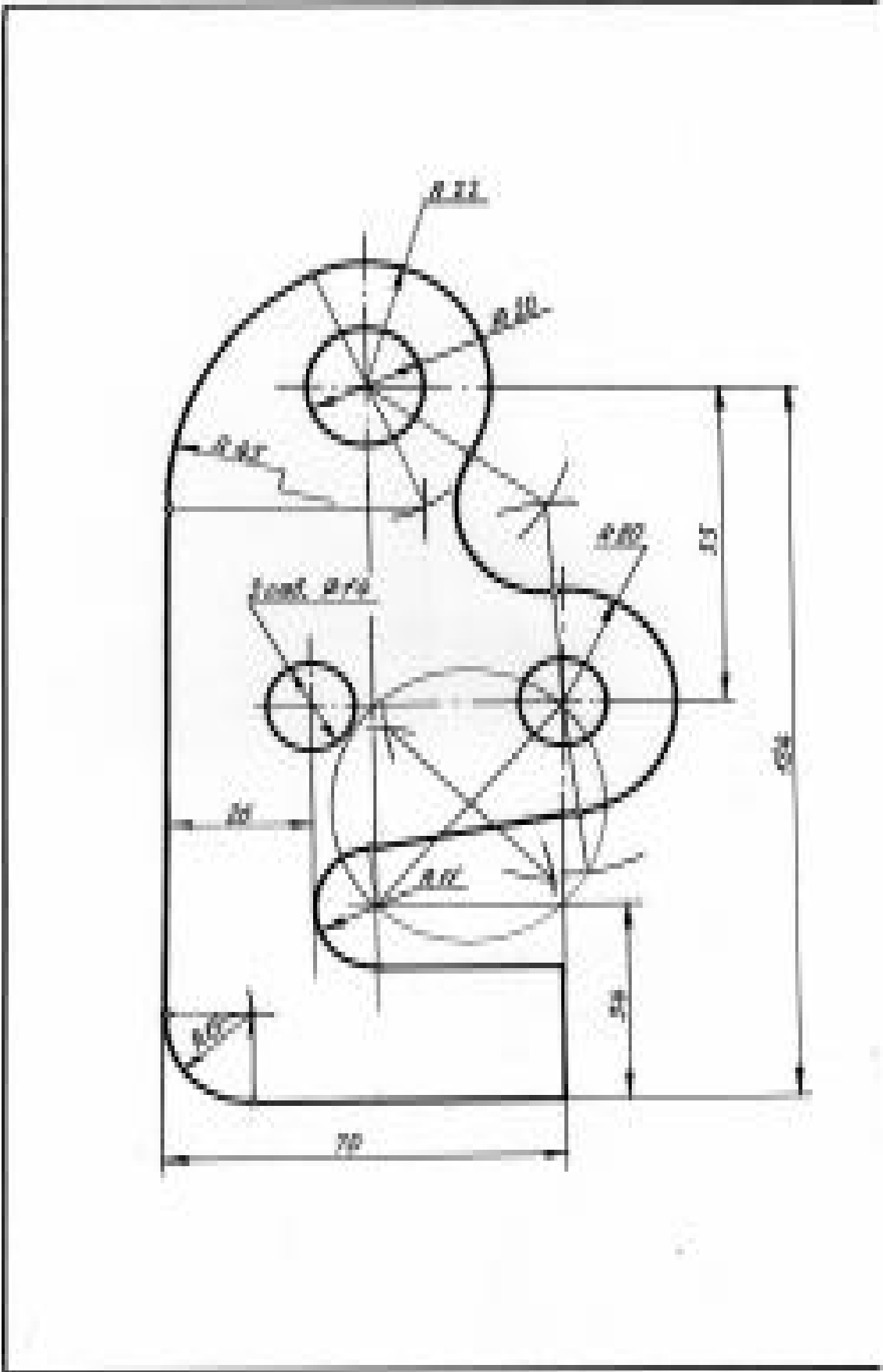
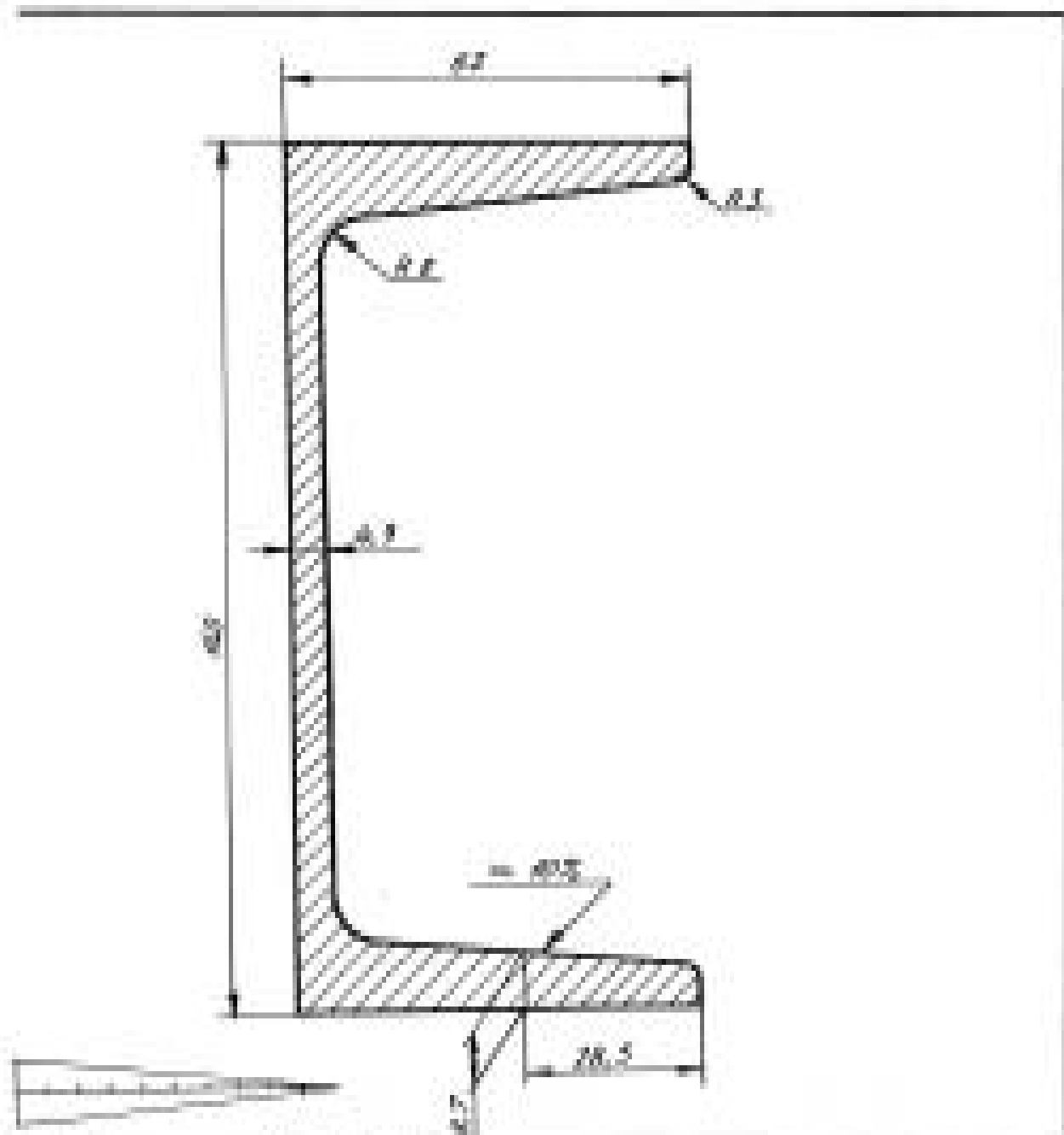


Рис. 47. Пример выполнения листа 3



					ХГФ. 001 003 003		
					Соприжения. Прокат	Дим.	Материал
Вид	Длина	м	Длина	Материал		У	f:f
Результат	Материал	40.3	11.00				
Прокат	Габариты	18.3	11.00				
1. лист					Дим. 1		
2. лист					НГТУ Гр. 222		
Рек.							

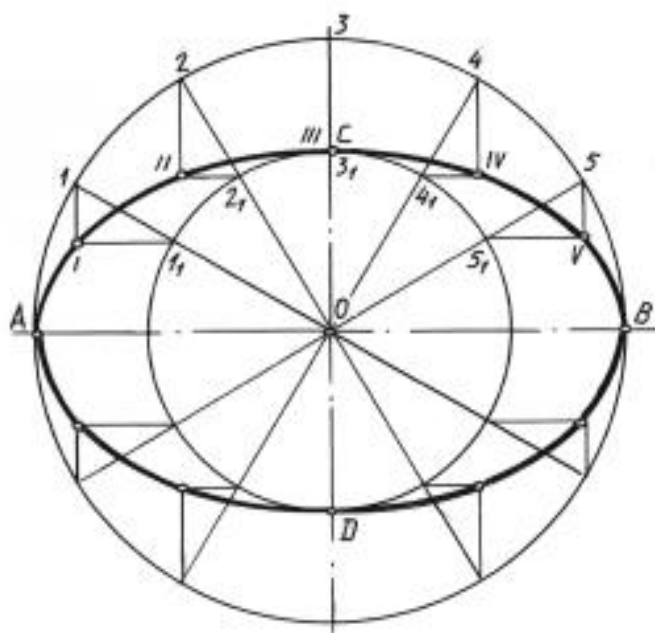


Рис. 48. Построение эллипса

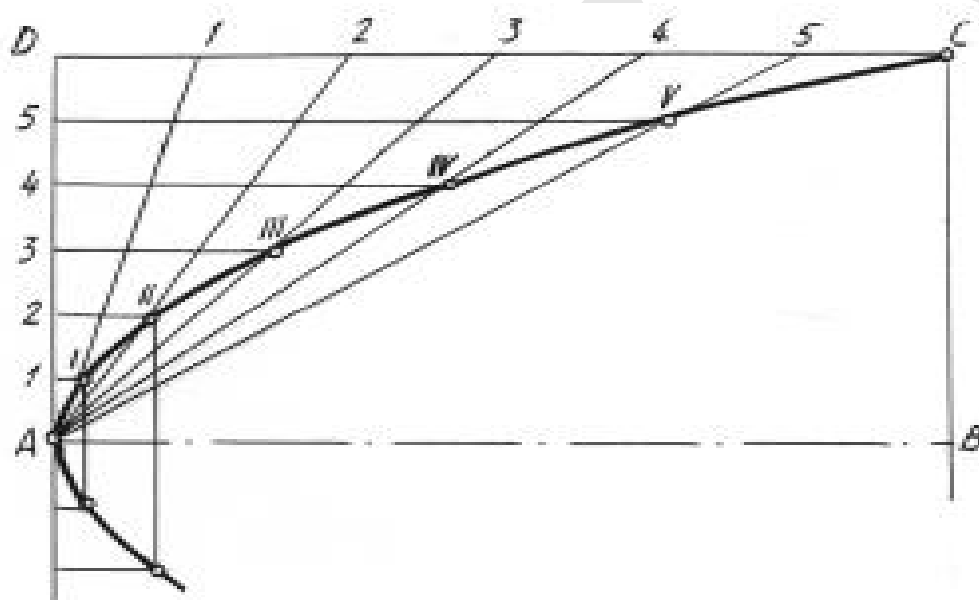


Рис. 49. Построение параболы

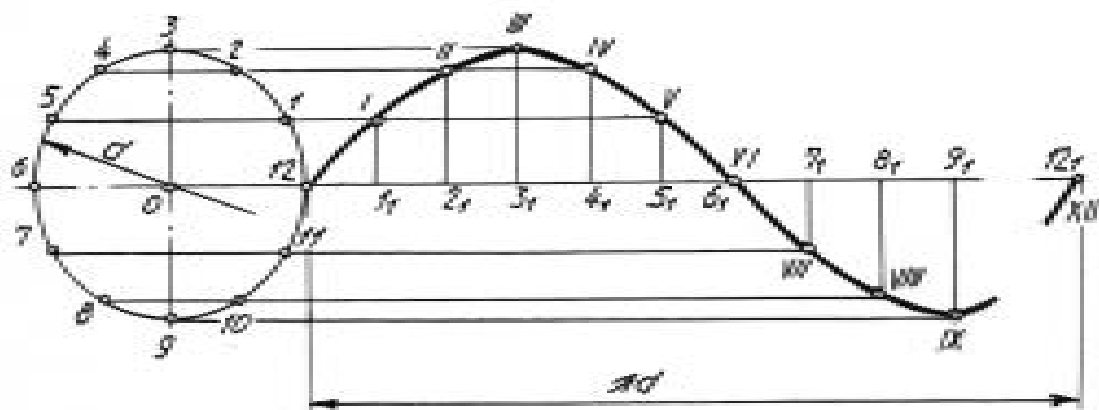


Рис. 50. Построение синусоиды

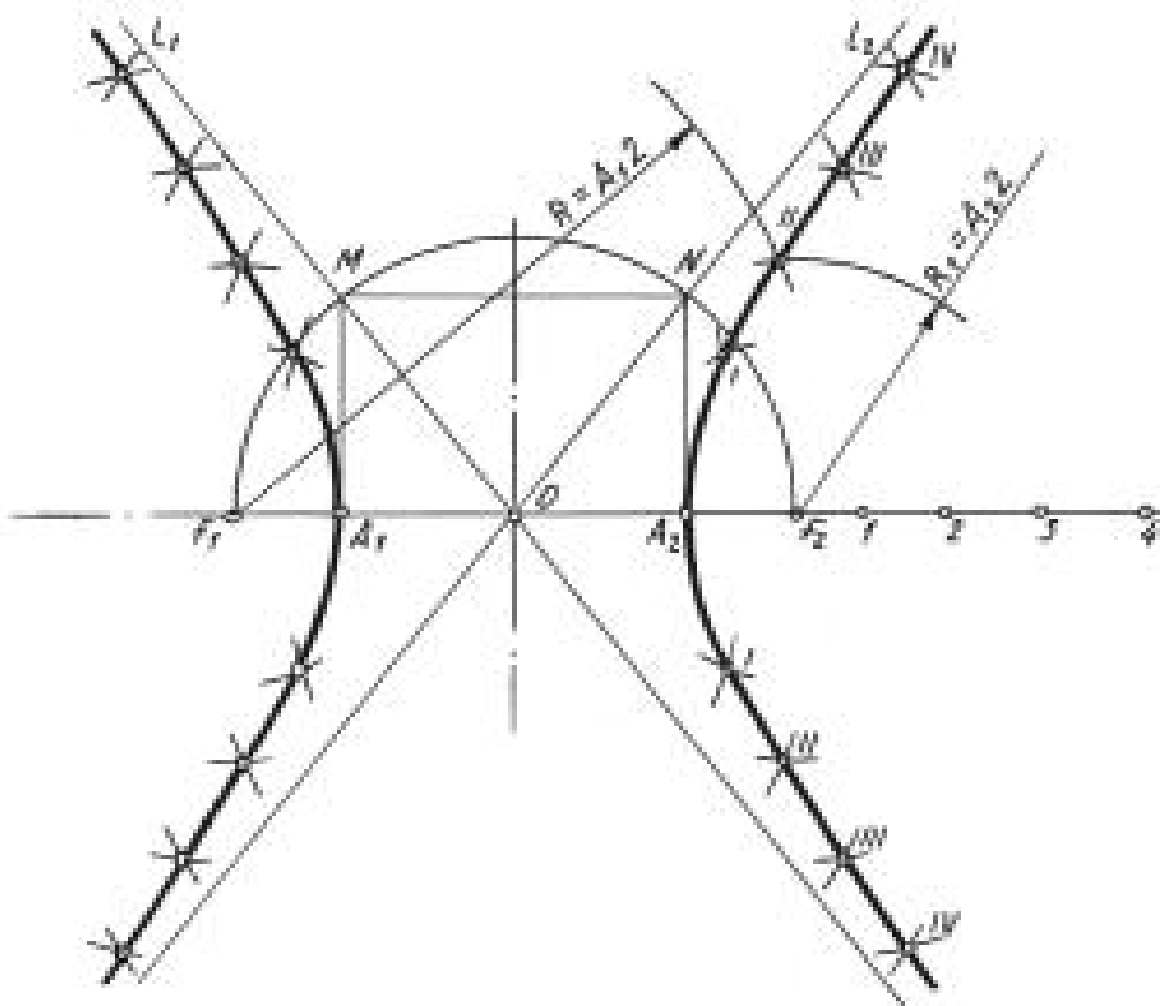


Рис. 51. Построение гиперболы

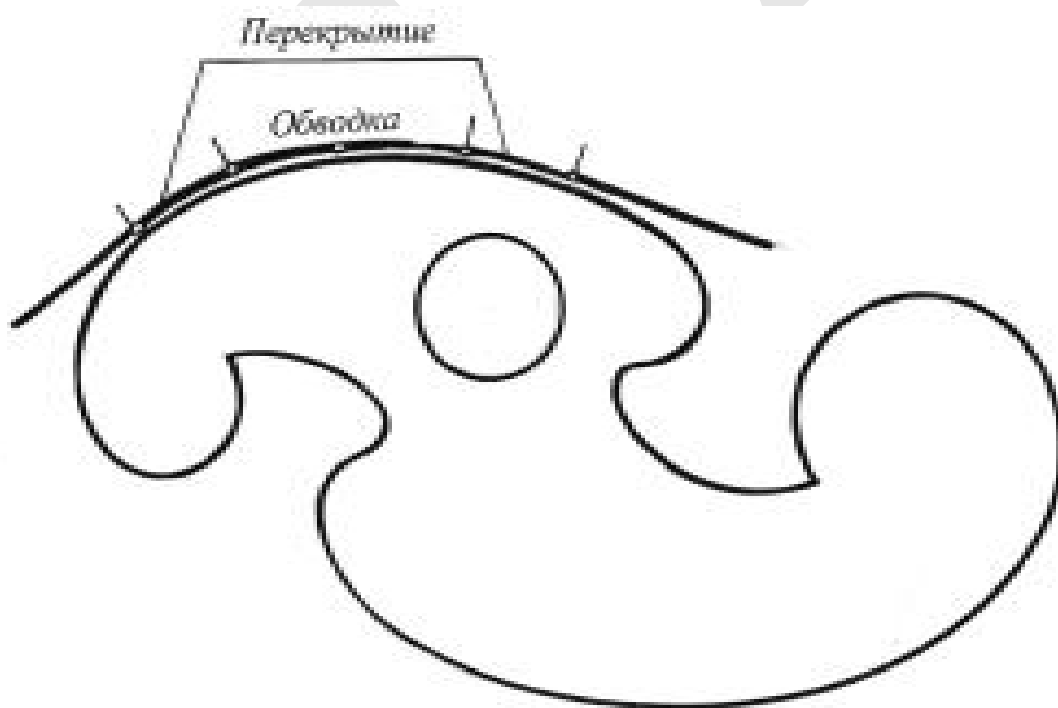


Рис. 52. Обводка при помощи лекала

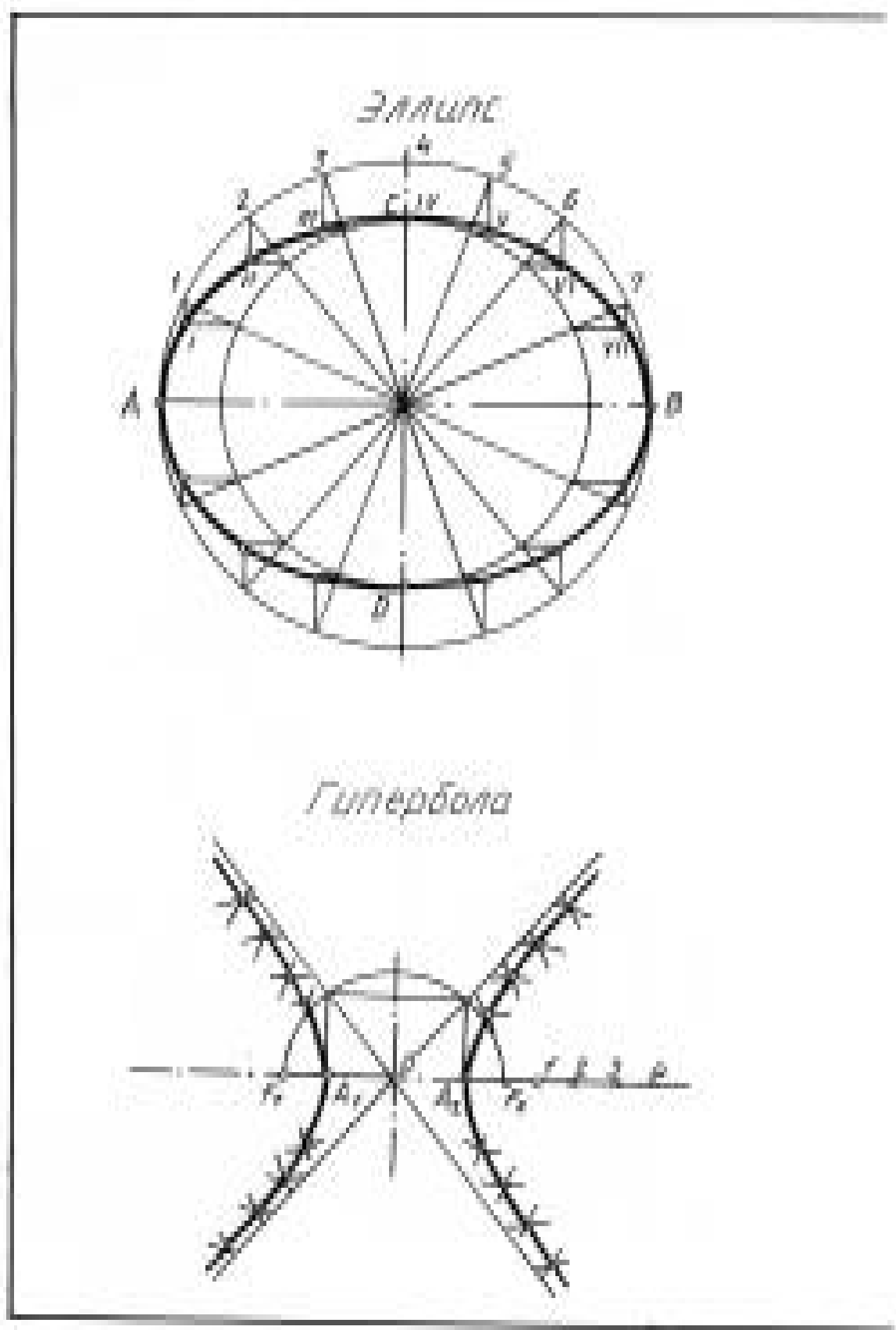
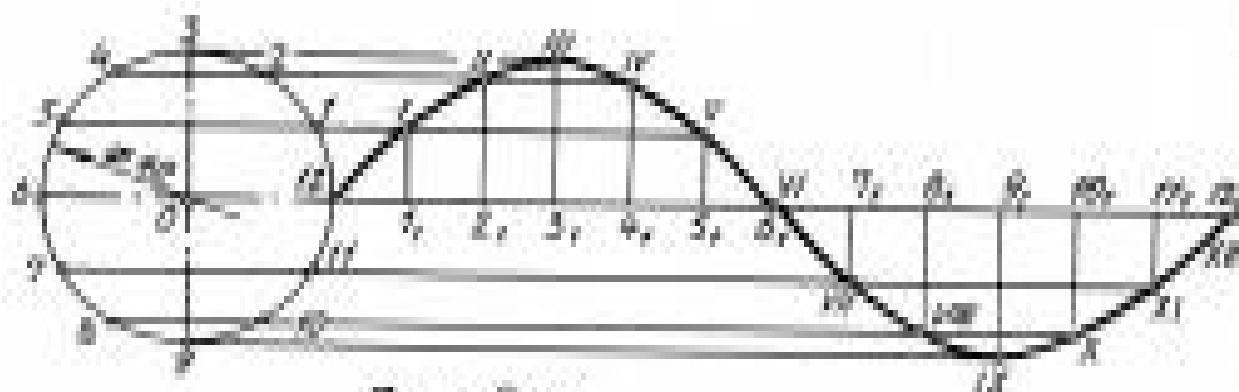
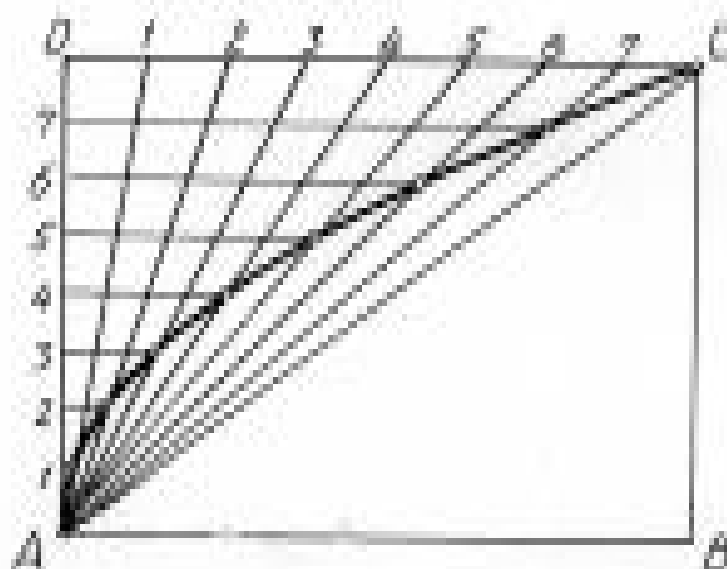


Рис. 53. Пример выполнения листа 4

Синусоида



Парабола



					ХГФ 001 003 004			
					Кривые локальные	Вид	Масштаб	Размер
Имя документа	Имя файла	Имя документа	Имя файла	Имя листа		У		1:1
Размер		Имя документа	Имя файла	Имя листа				
Имя		Имя документа	Имя файла	Имя листа				
Имя документа						Дата		Имя документа
Имя документа						ИГТУ Гр. 222		
Имя документа								

Гипербола (рис. 51). Из точки O провести две взаимно перпендикулярные прямые и на горизонтальной прямой по заданным размерам построить фокусы F_1 и F_2 и вершины гиперболы A_1 и A_2 .

Радиусом OF_1 провести полуокружность и из вершин A_1 и A_2 восстановить перпендикуляры до пересечения с полуокружностью в точках M и N . Через центр O и полученные точки провести прямые L_1 и L_2 – асимптоты гиперболы.

От фокуса F_2 вправо отметить произвольные точки $1, 2, 3 \dots$ так, чтобы промежутки между ними увеличивались по мере удаления их от фокуса. Из фокуса F_1 , как из центра, провести дугу радиусом $A_1 1$, а из фокуса F_2 , как из центра, провести дугу радиусом $A_2 1$. В пересечении этих дуг получатся точки правой ветви гиперболы. Точки левой ветви строятся аналогично. На рис. 51 показано построение точек II . Полученные точки следует соединить плавной кривой от руки, а затем обвести по лекалу. Лекало подбирают таким образом, чтобы одновременно соединялись не менее трех точек (рис. 52).

Вопросы для самопроверки

1. Какие линии называются лекальными?
2. Как правильно пользоваться лекалом при обводке кривых?
3. Какие лекальные кривые вам известны?
4. Назовите основные элементы эллипса, гиперболы.

Рекомендуемая литература

Богданов В.Н., Малезжик И.Ф., Верхола А.П. и др. Справочное руководство по черчению. – М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.

Боголюбов С.К. Черчение: Учебник для машиностроительных специальностей средних специальных учебных заведений. – М., 1985. – 336 с.

Годик Е.И., Хаскин А.М. Справочное руководство по черчению. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 696 с.

Единая система конструкторской документации: Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301 – 68 (СТ СЭВ 1181 – 78) – ГОСТ 2.320 – 82 (СТ СЭВ 3332 – 81). – М.: Издательство стандартов, 1984. – 199 с.

Макарова М.Н. Содержание учебных занятий по черчению. Геометрические построения: Методические рекомендации к выполнению учебных заданий по черчению для студентов I курса ХГФ МГПИ им. В.И. Ленина. – М., 1985. – 67 с.

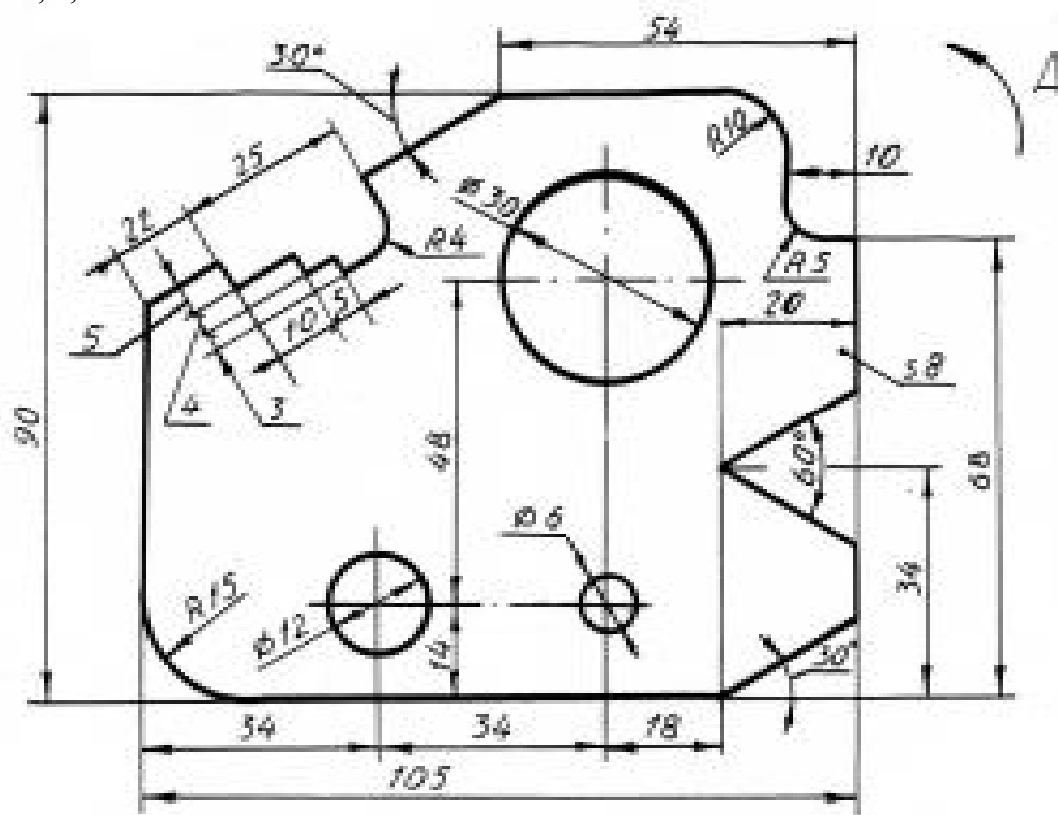
Новичихина Л.И. Техническое черчение: Справочное пособие. – М.: Высшая школа, 1983. – 222 с.

Соловьев С.А., Буланже Г.В., Шульга А.К. Задачник по черчению и перспективе: Учебное пособие для художественных и художественно-промышленных училищ. – М.: Высшая школа, 1978. – 214 с.

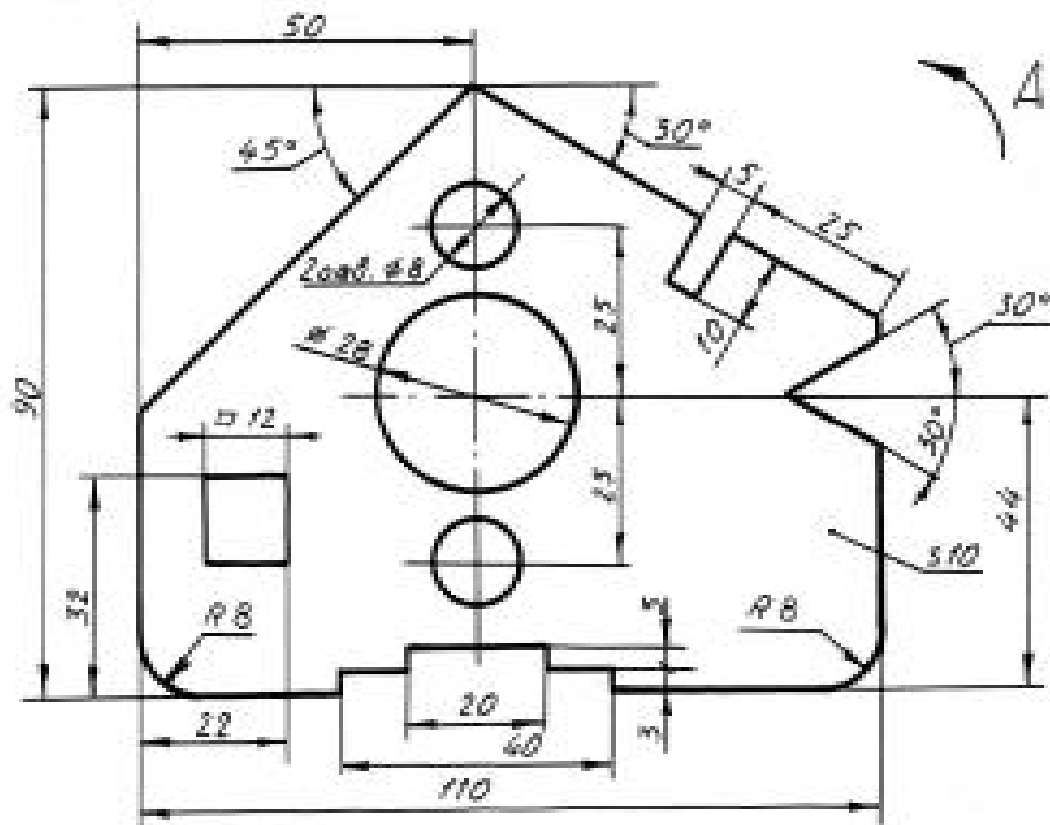
Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению / Под ред. Н.Г. Поповой. 14-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1981. – 416 с.

“Нанесение размеров”

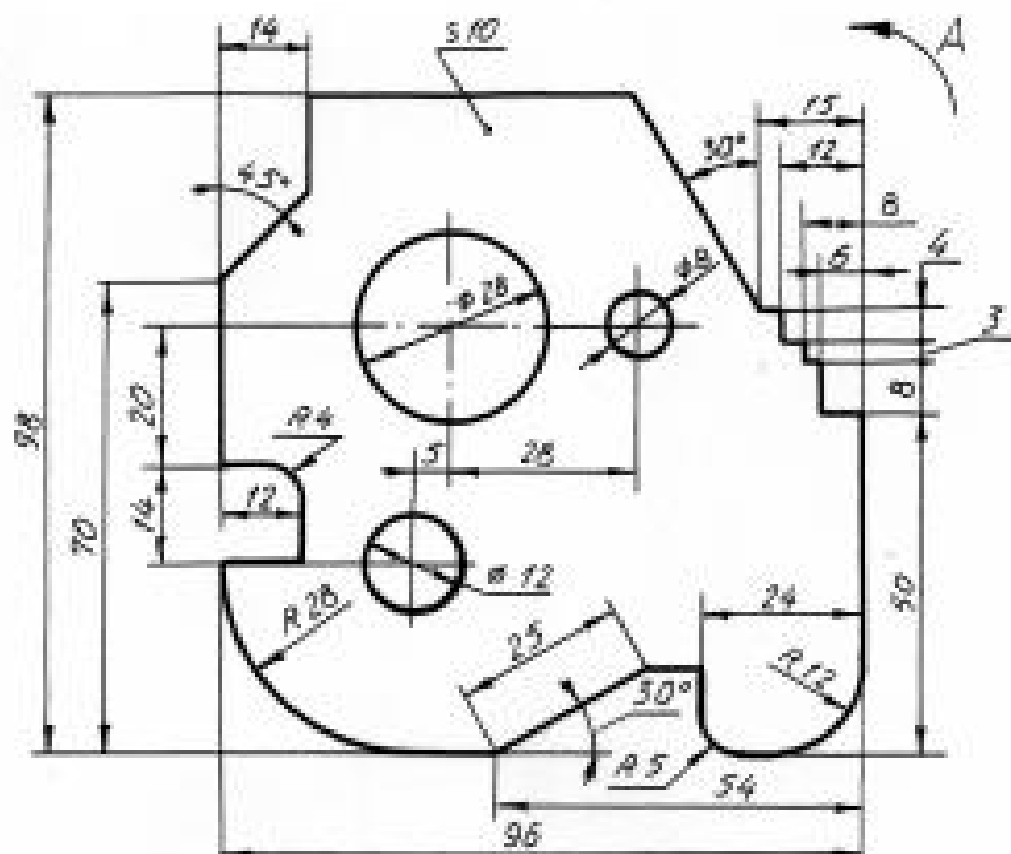
Варианты 1, 2, 3



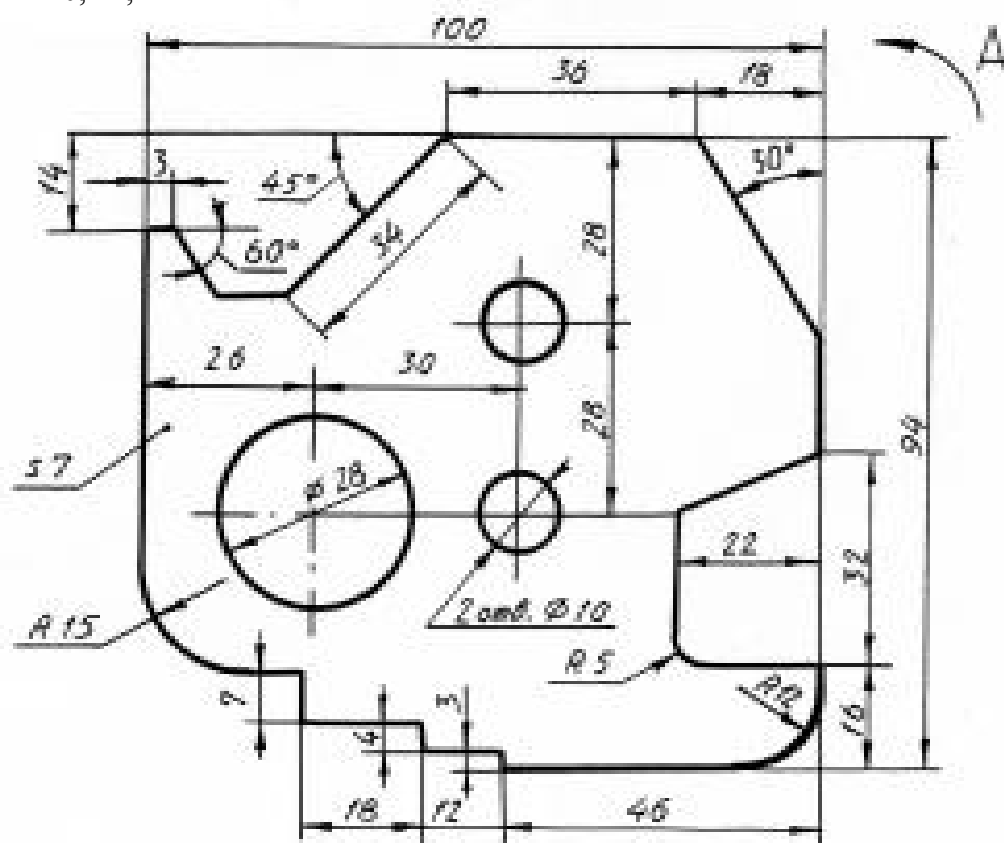
Варианты 4, 5, 6



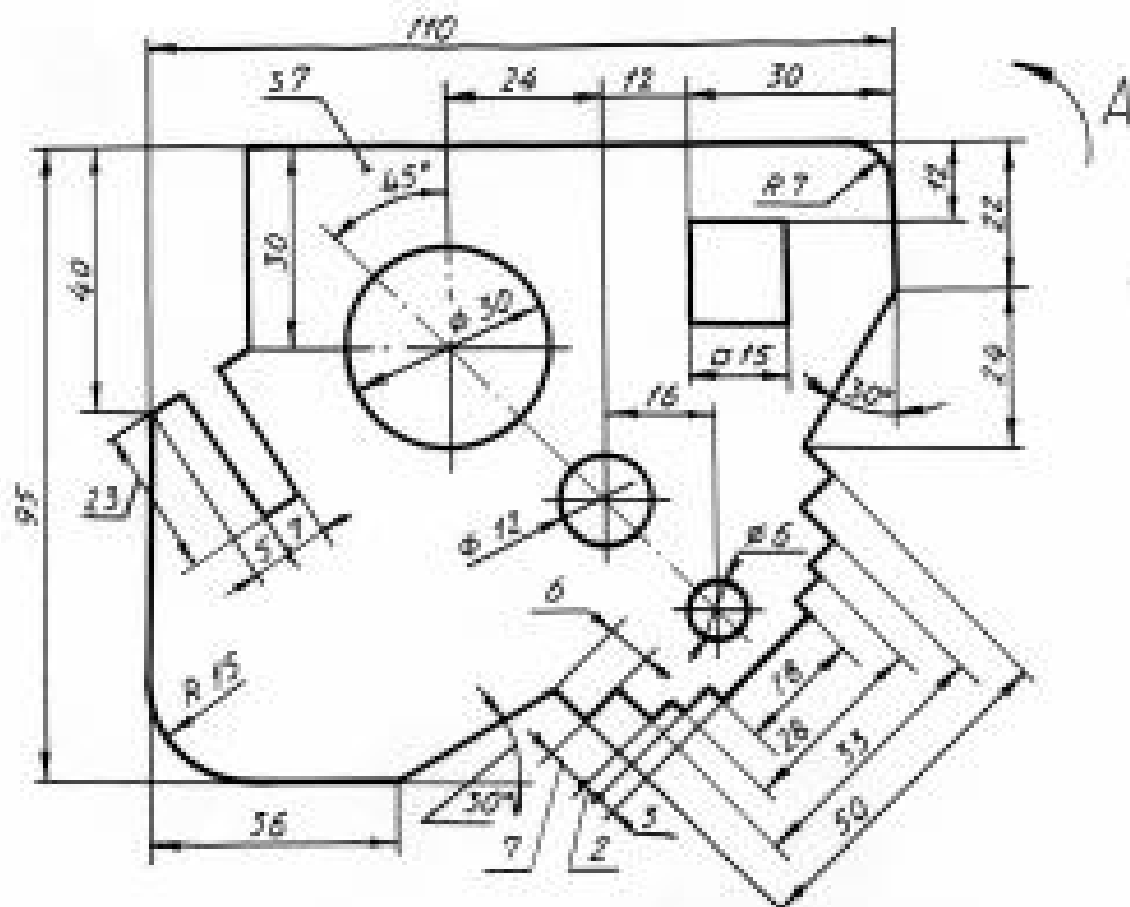
Варианты 7, 8, 9



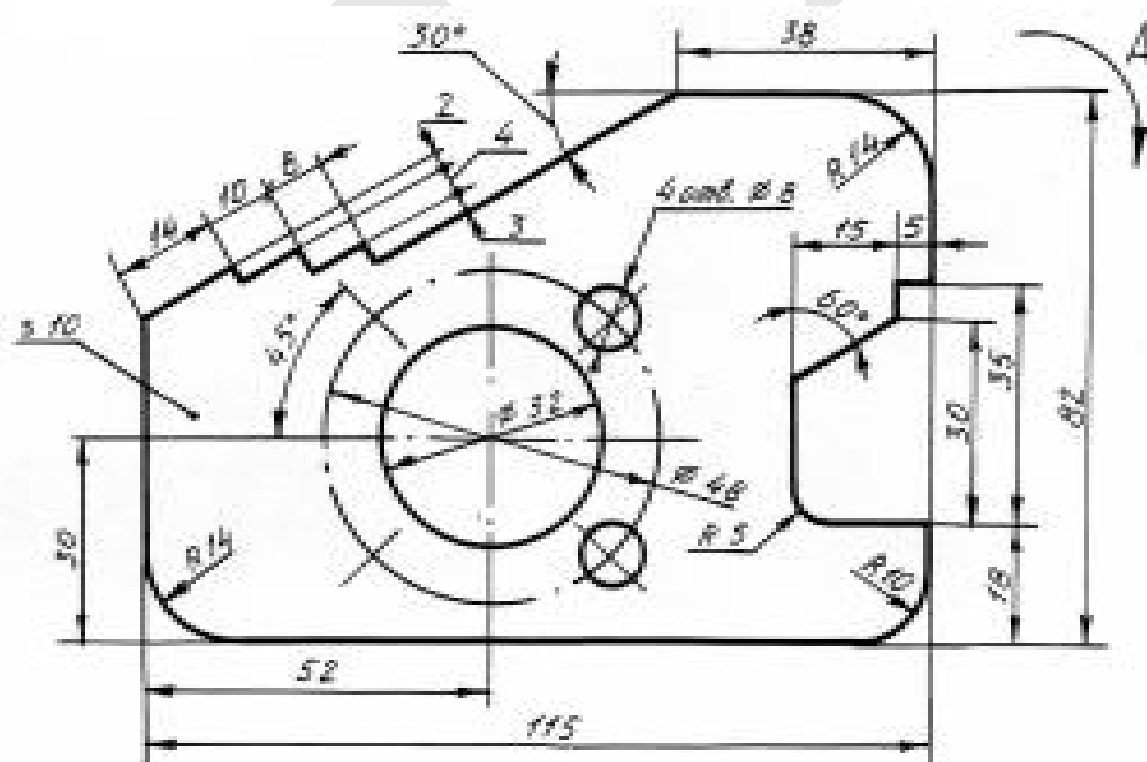
Варианты 10, 11, 12



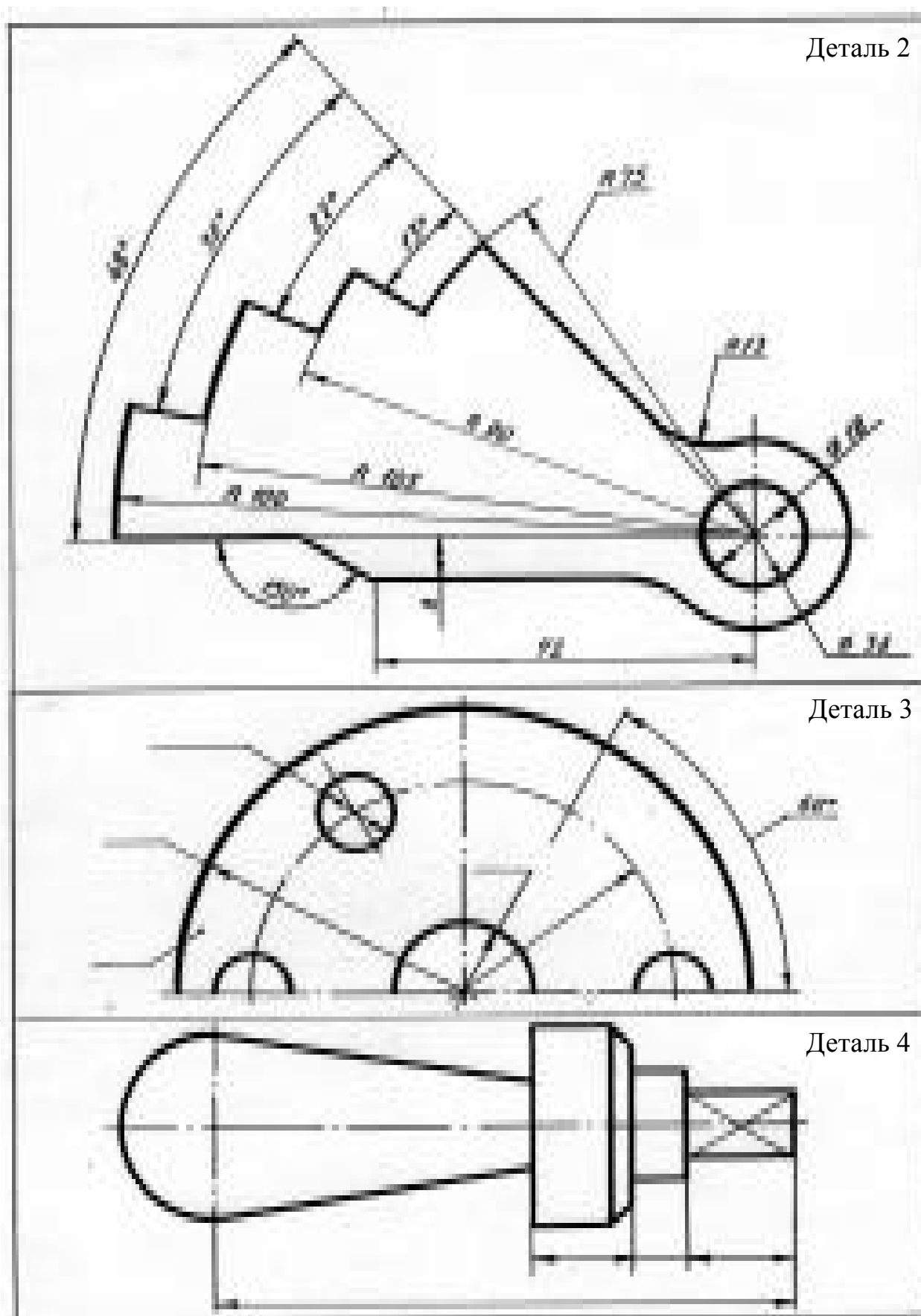
Варианты 13, 14, 15



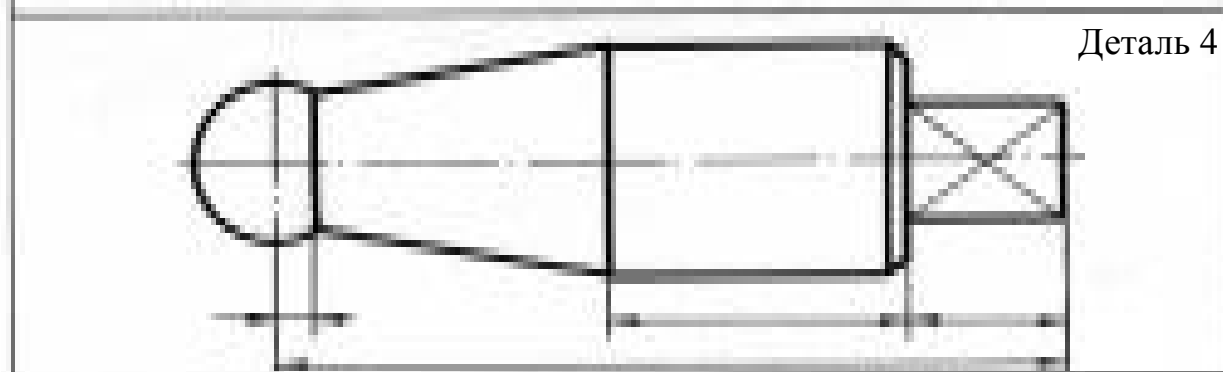
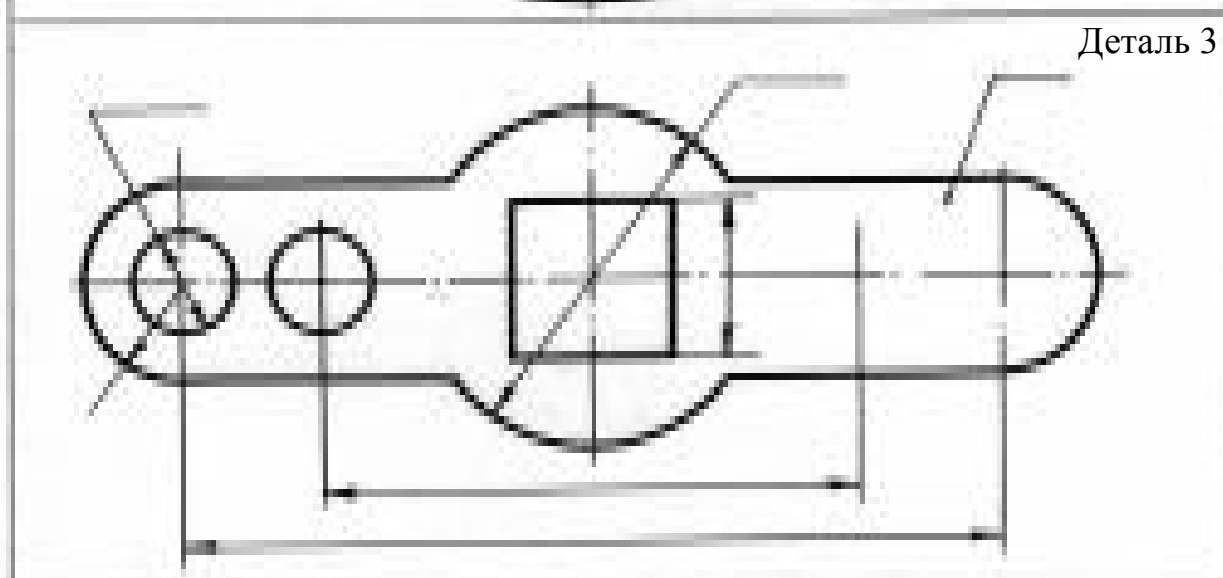
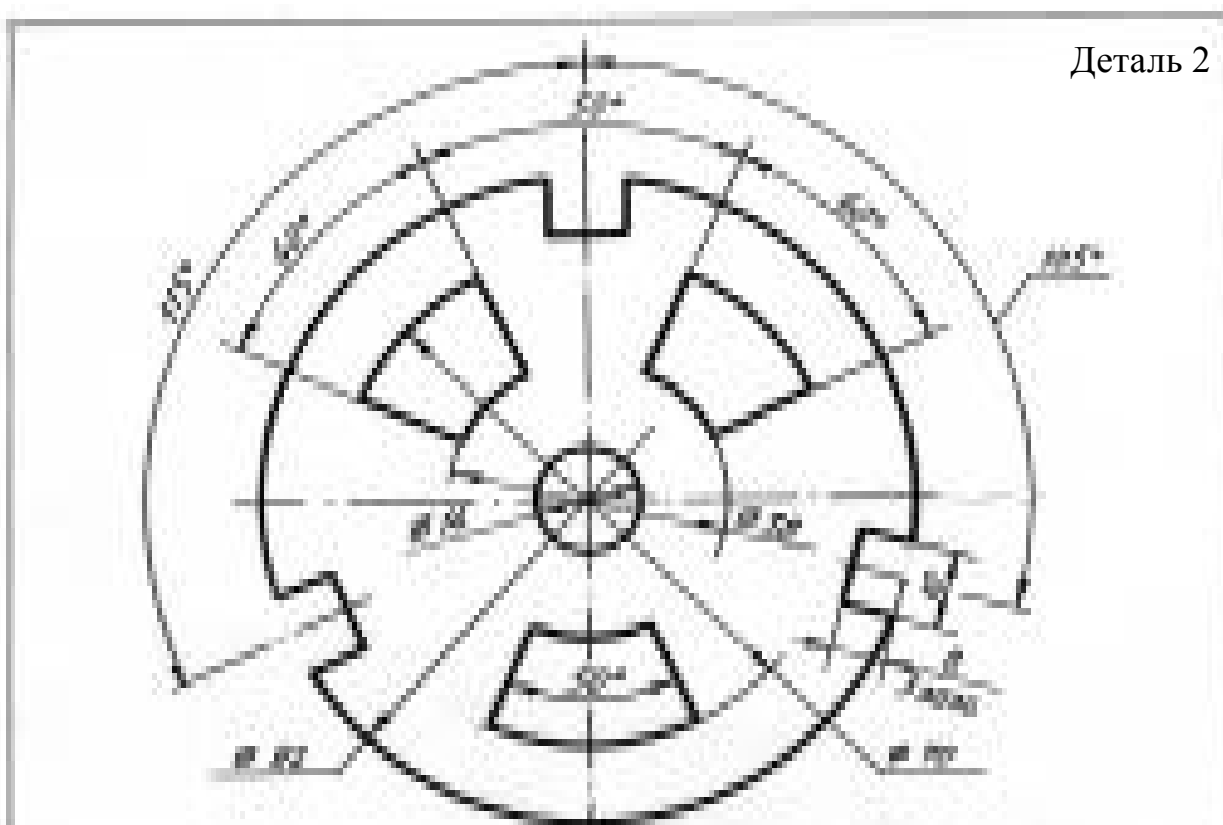
Варианты 16, 17, 18



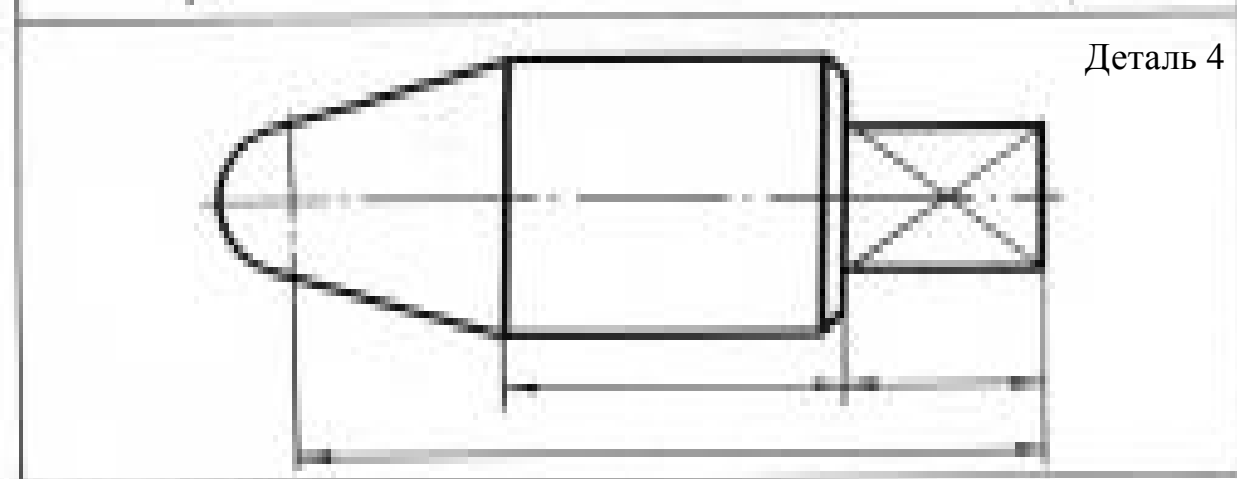
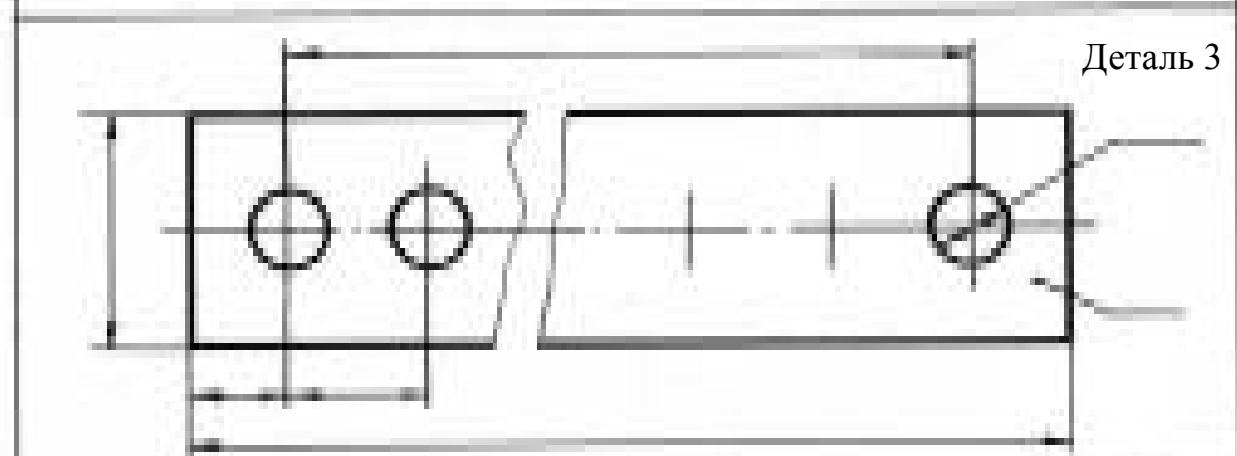
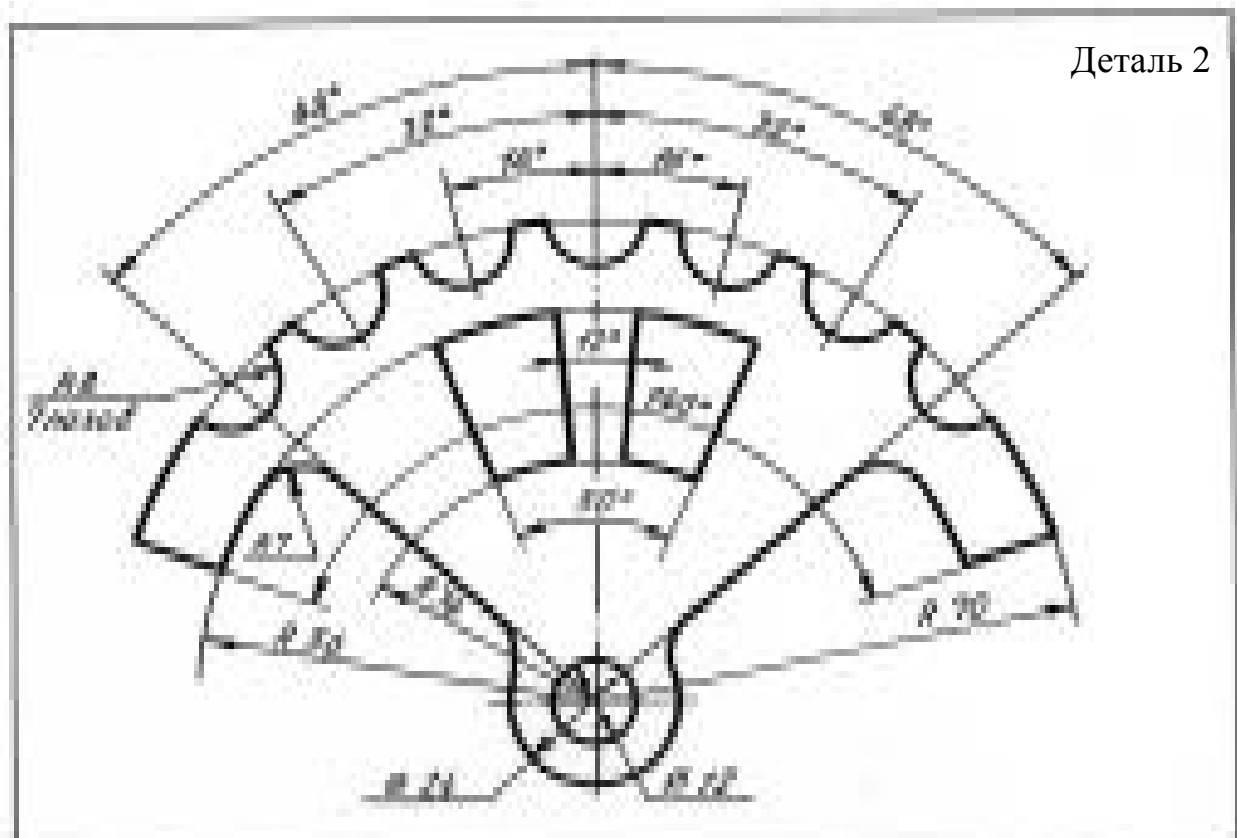
Вариант 1



Вариант 2

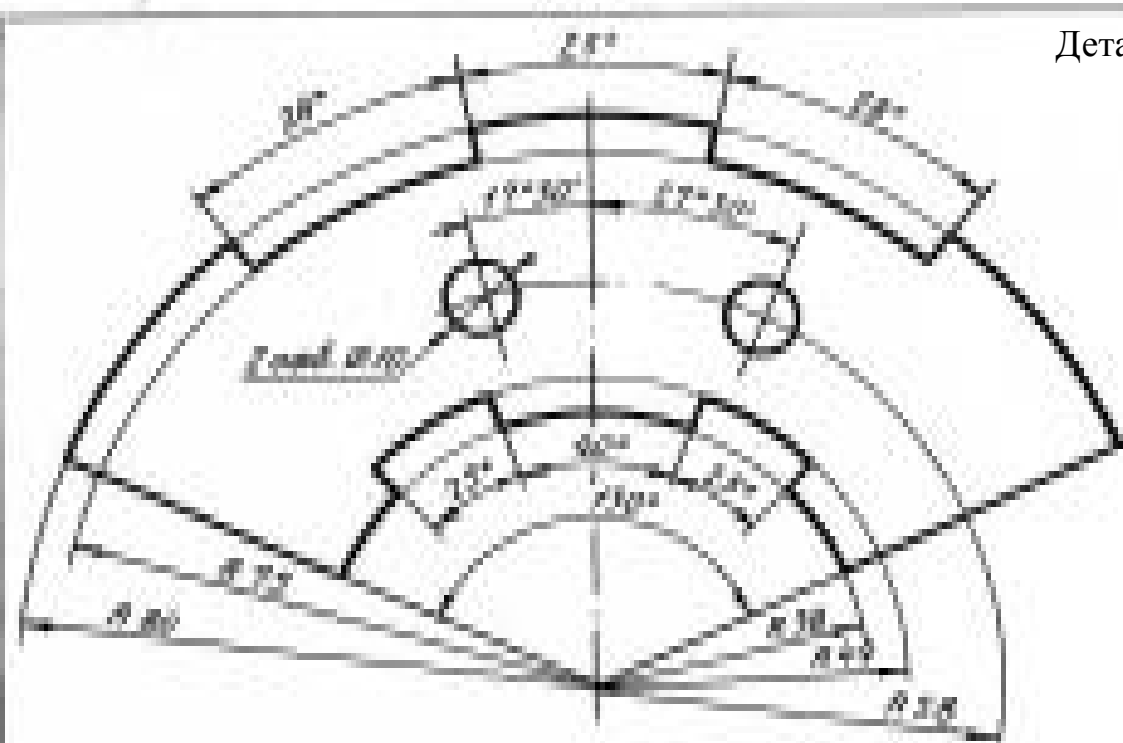


Вариант 3

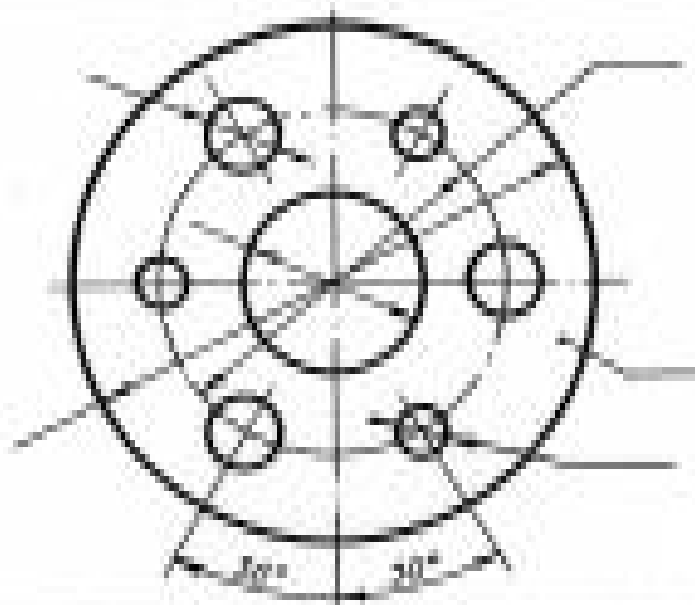


Вариант 4

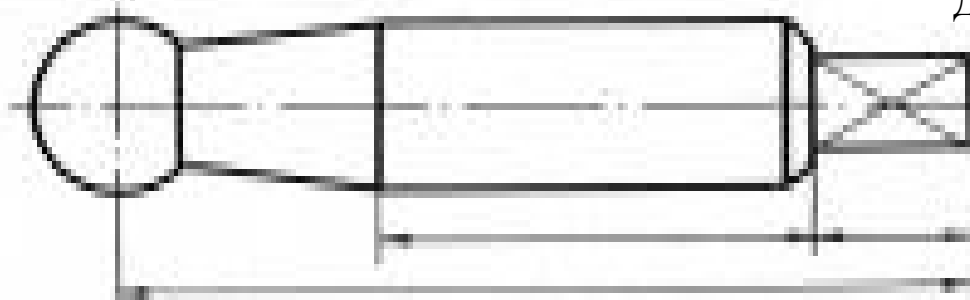
Деталь 2



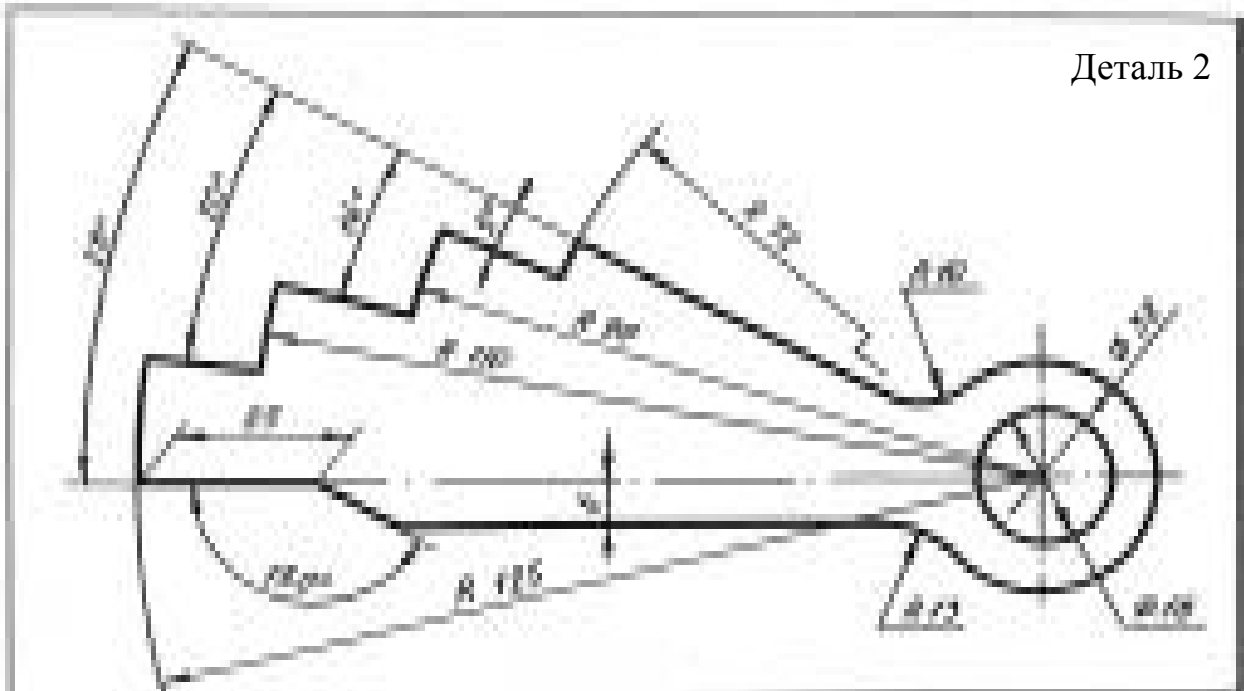
Деталь 3



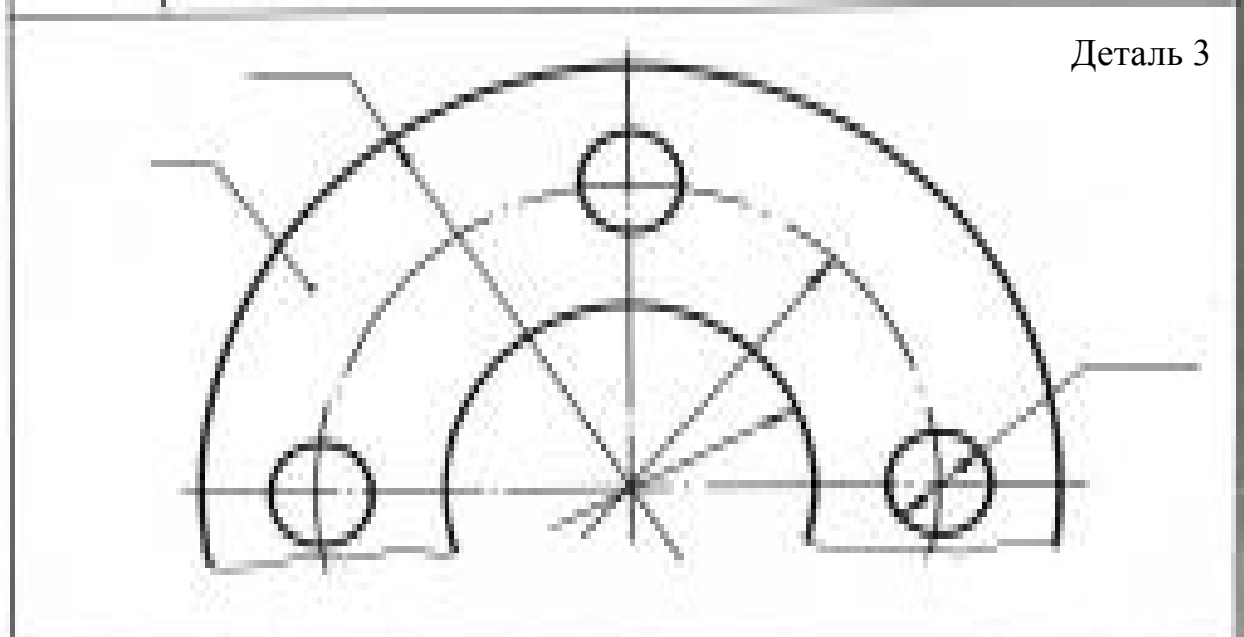
Деталь 4



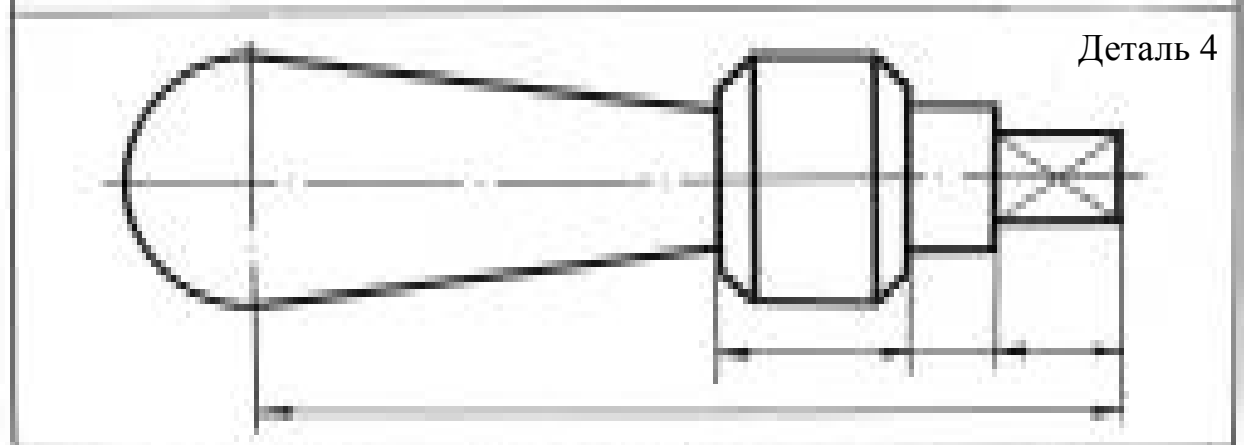
Вариант 5



Деталь 2



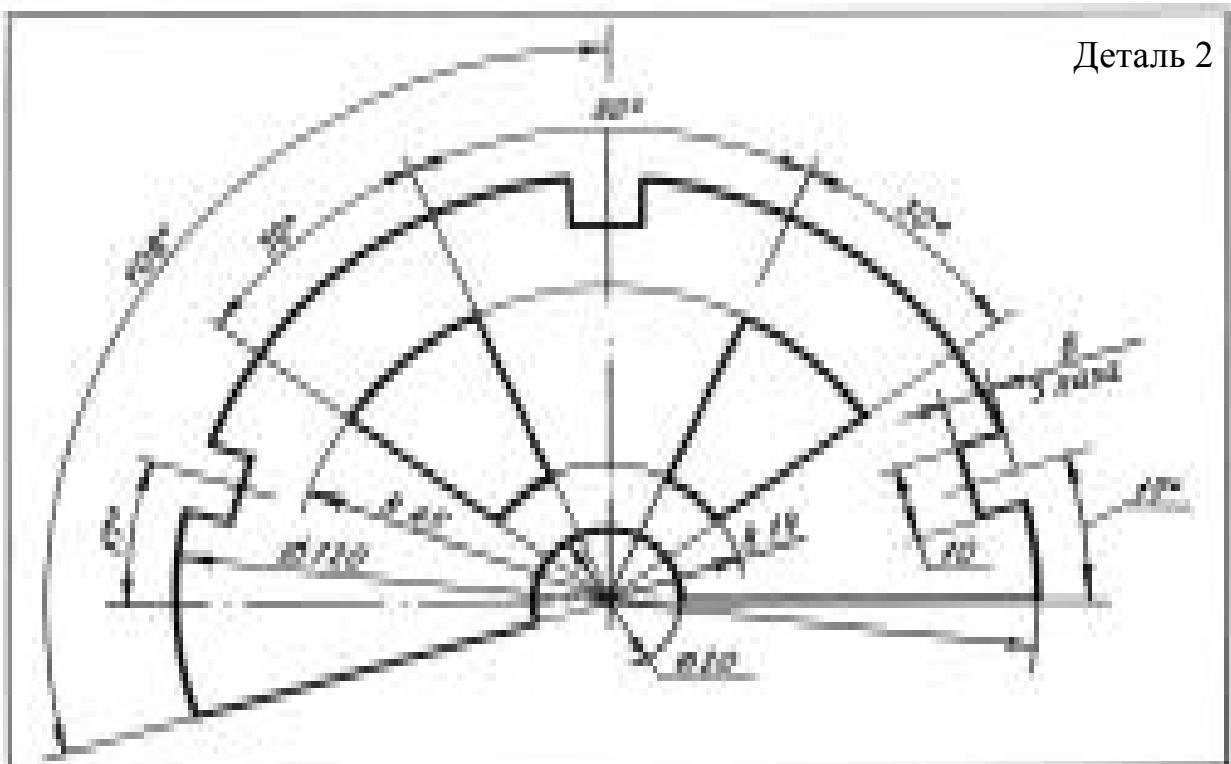
Деталь 3



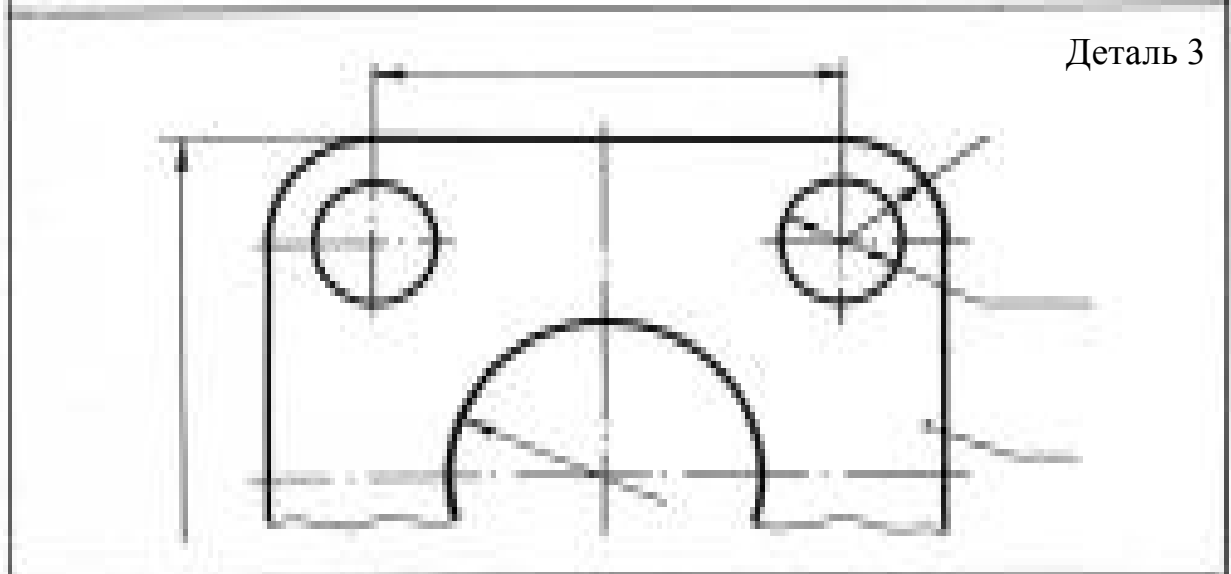
Деталь 4

Вариант 6

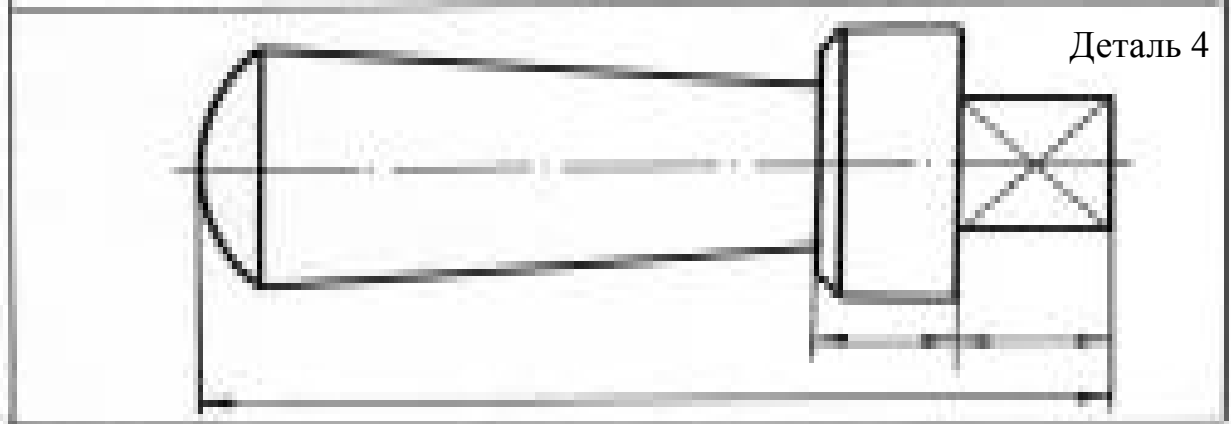
Деталь 2



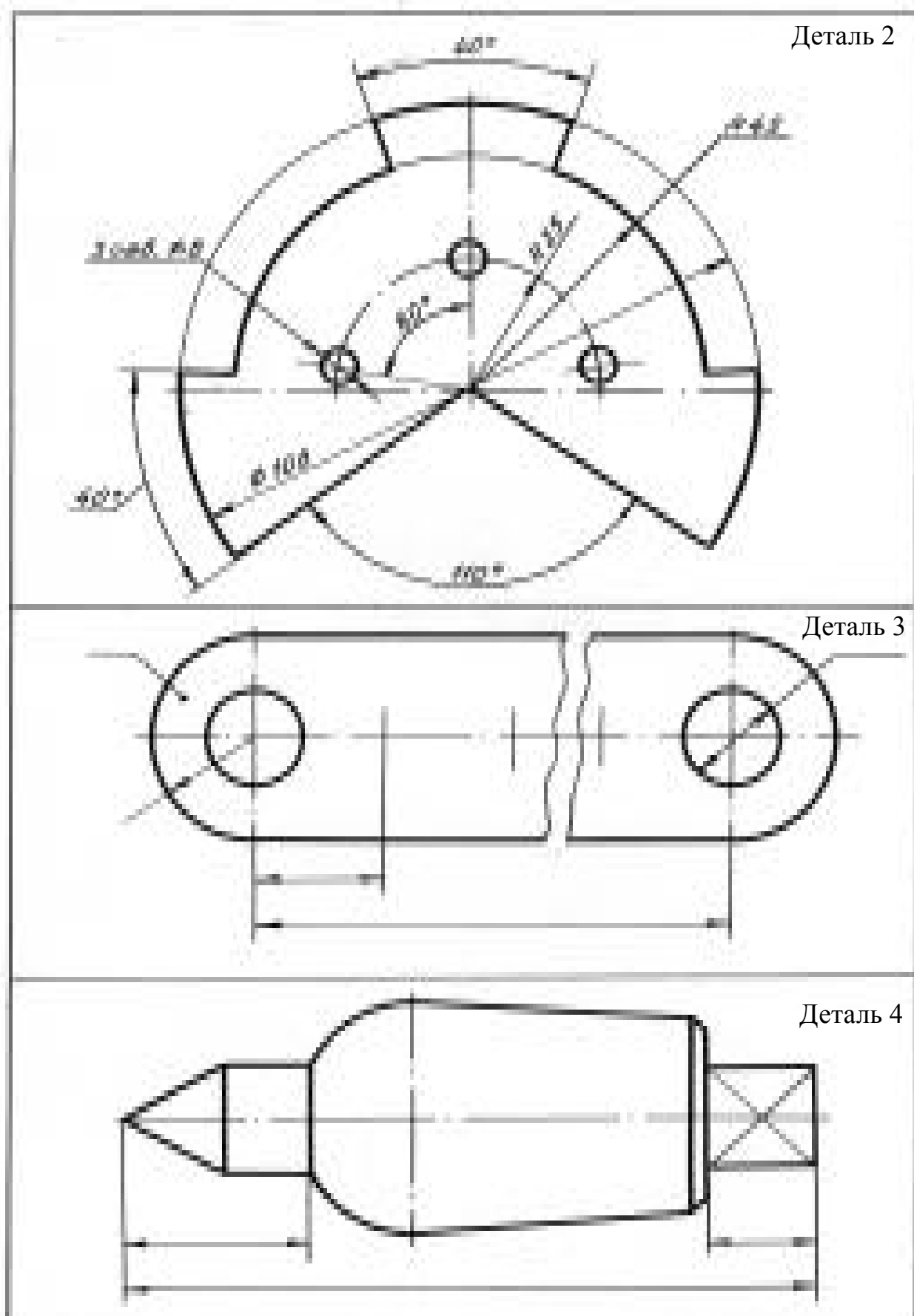
Деталь 3



Деталь 4

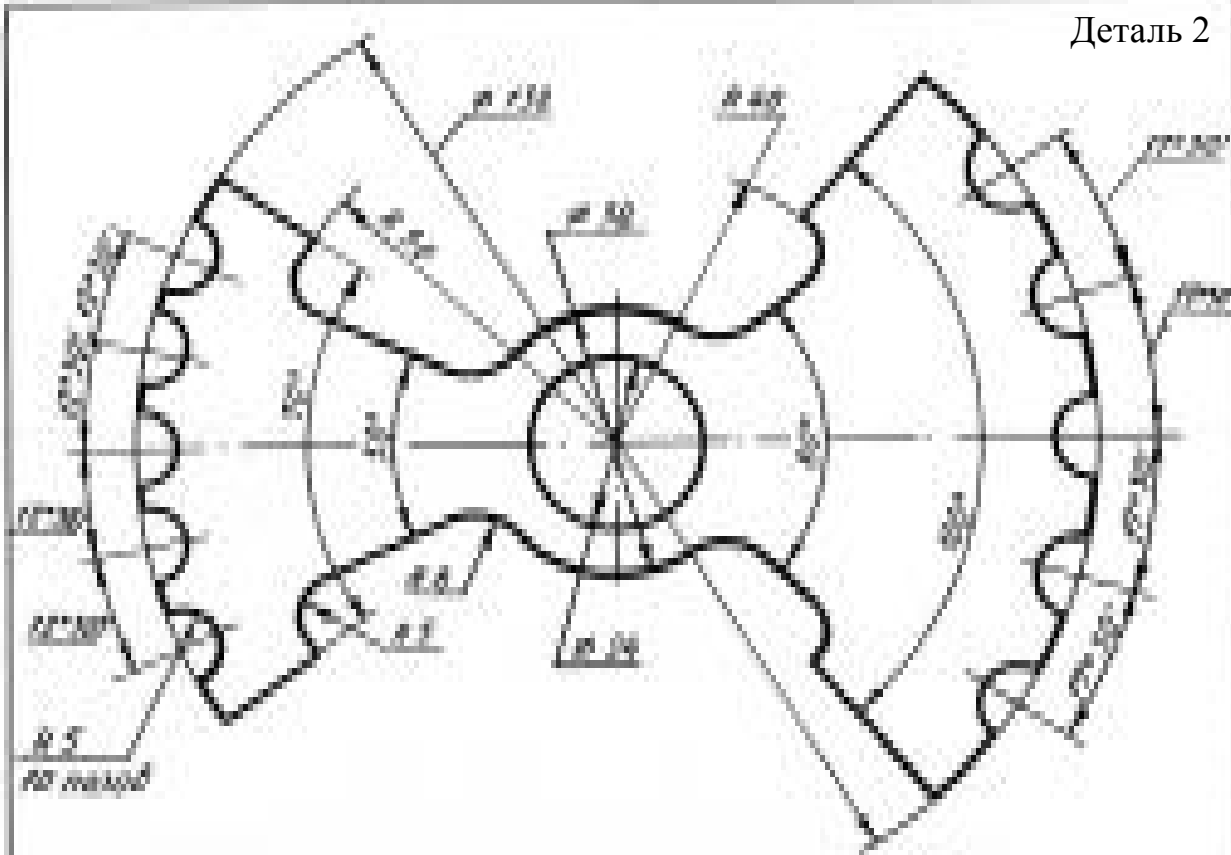


Вариант 7

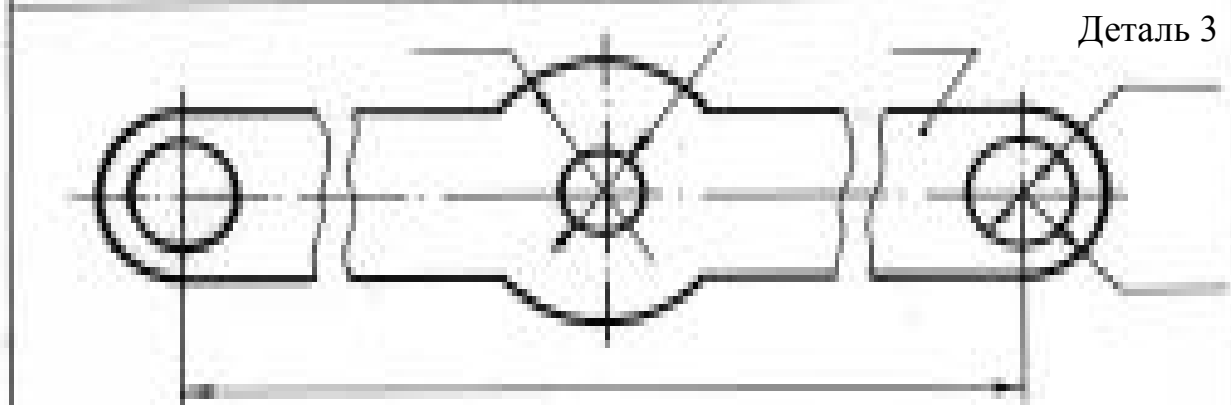


Вариант 8

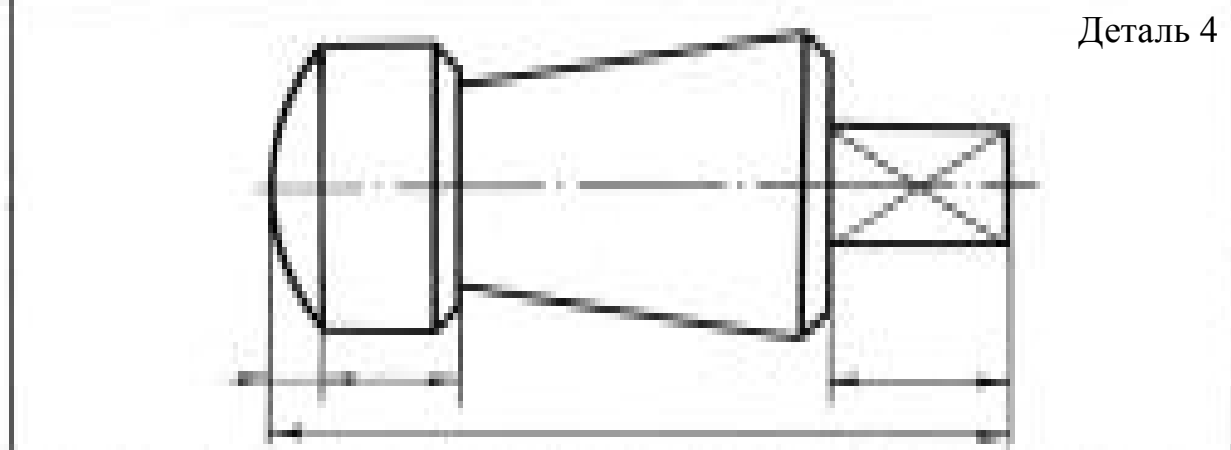
Деталь 2



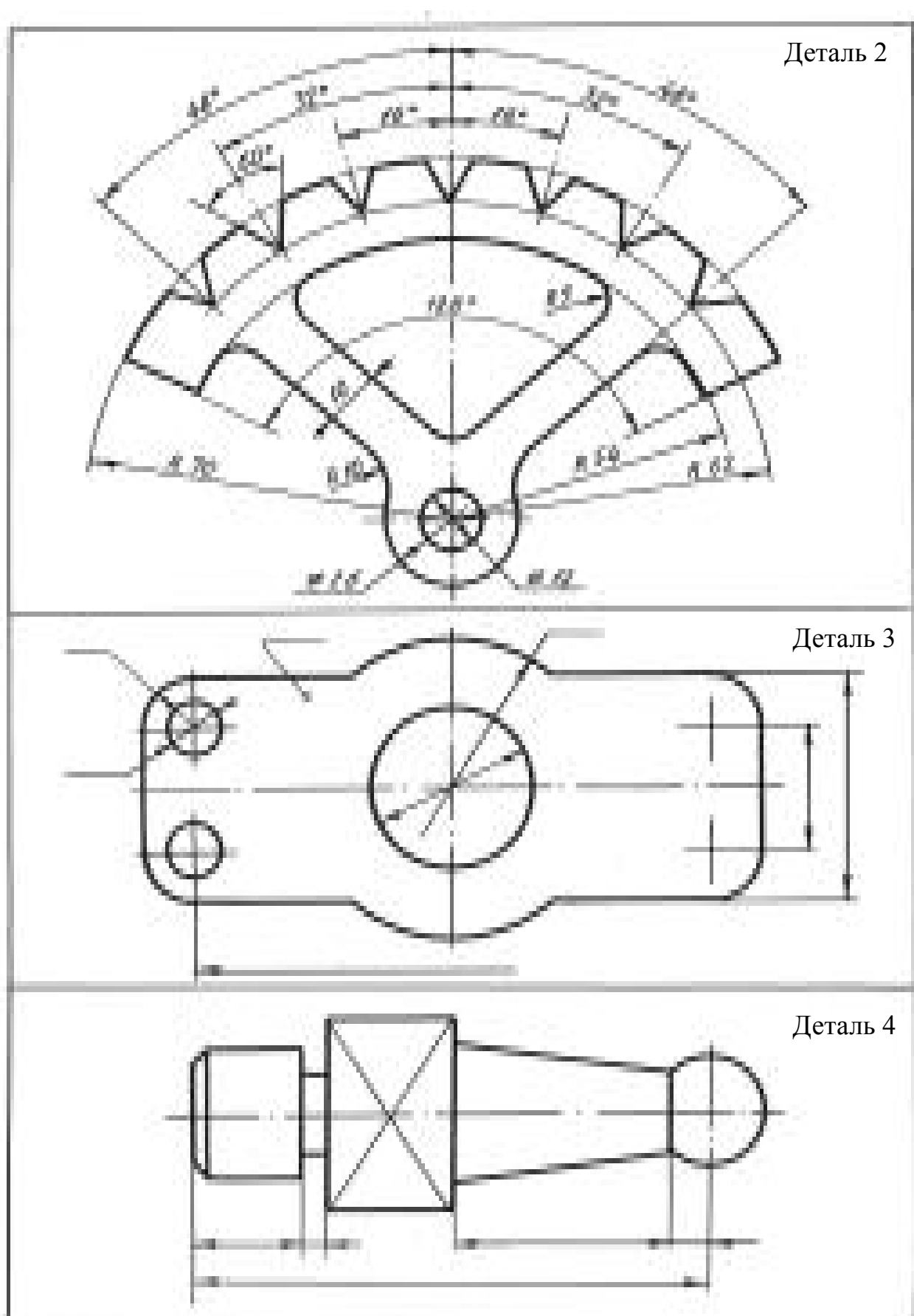
Деталь 3



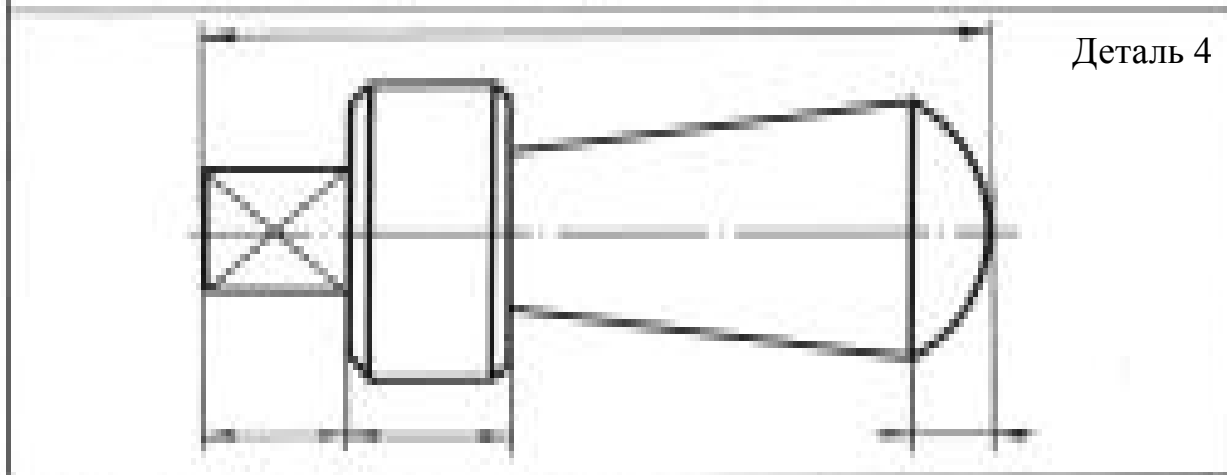
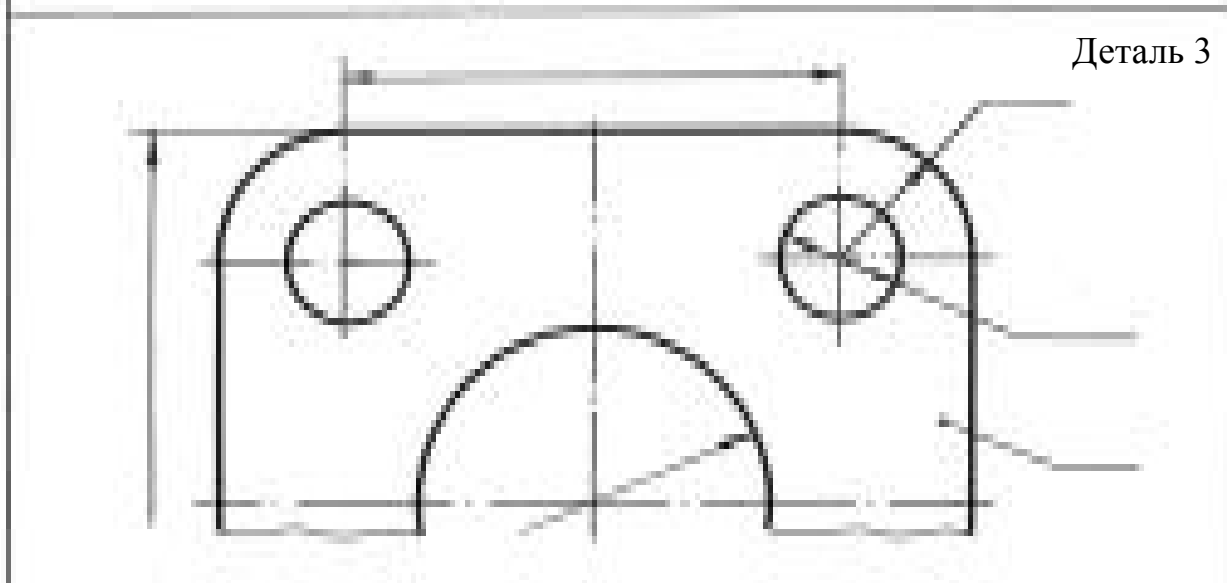
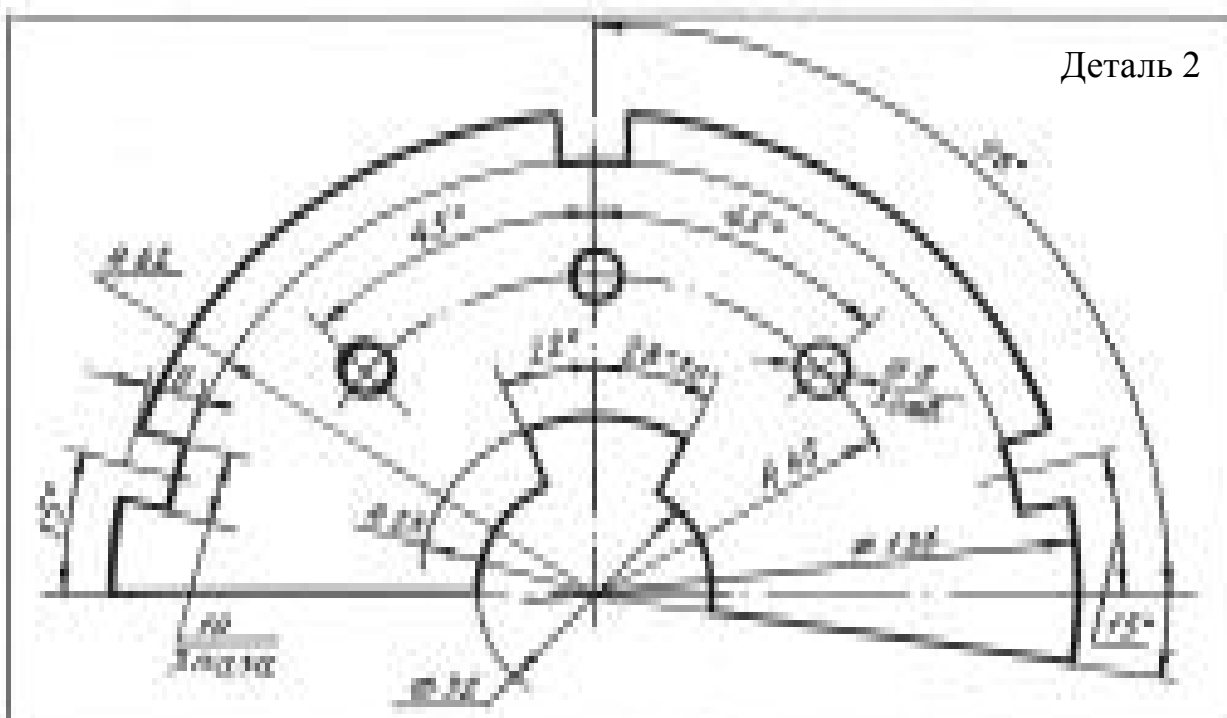
Деталь 4



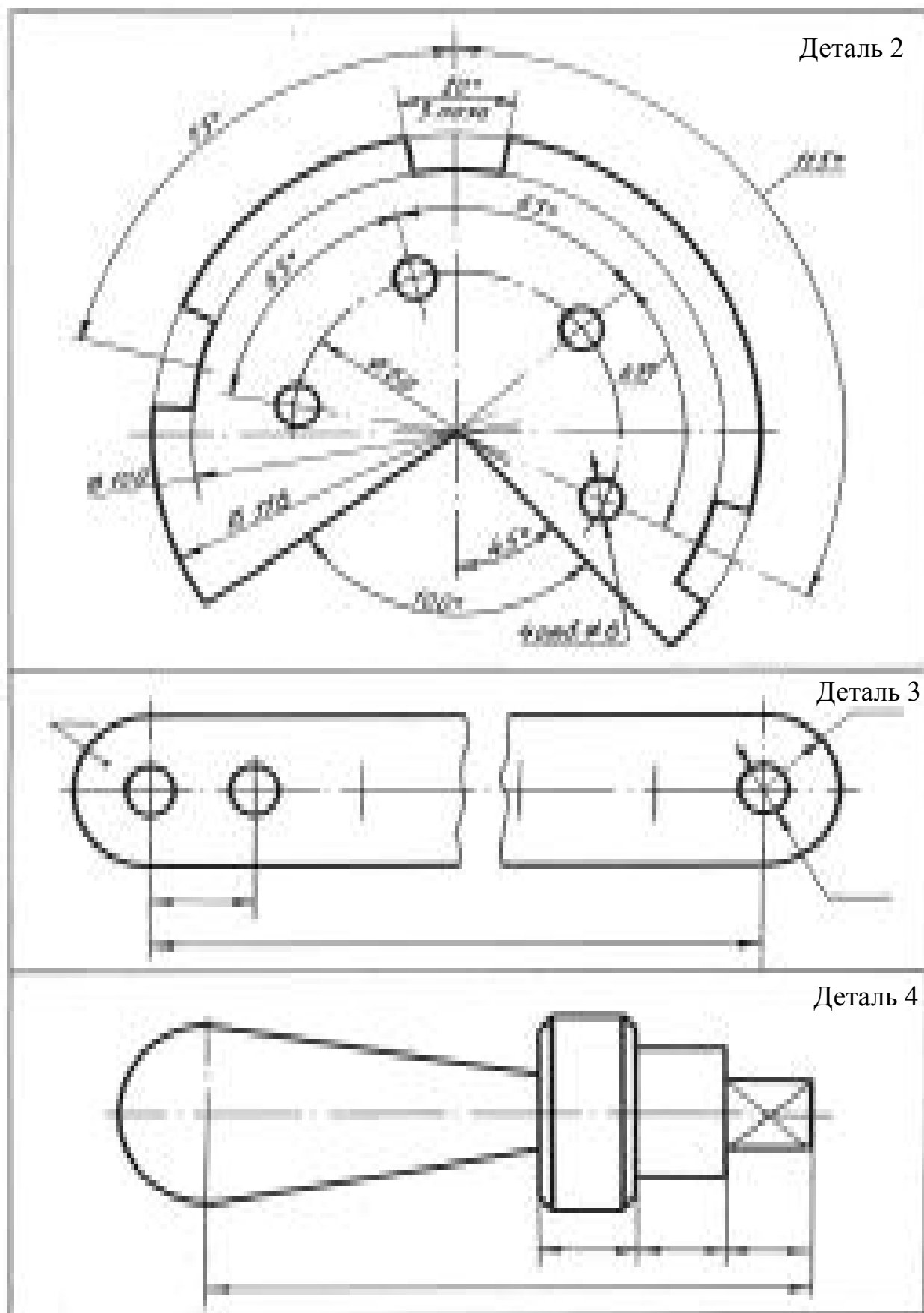
Вариант 9



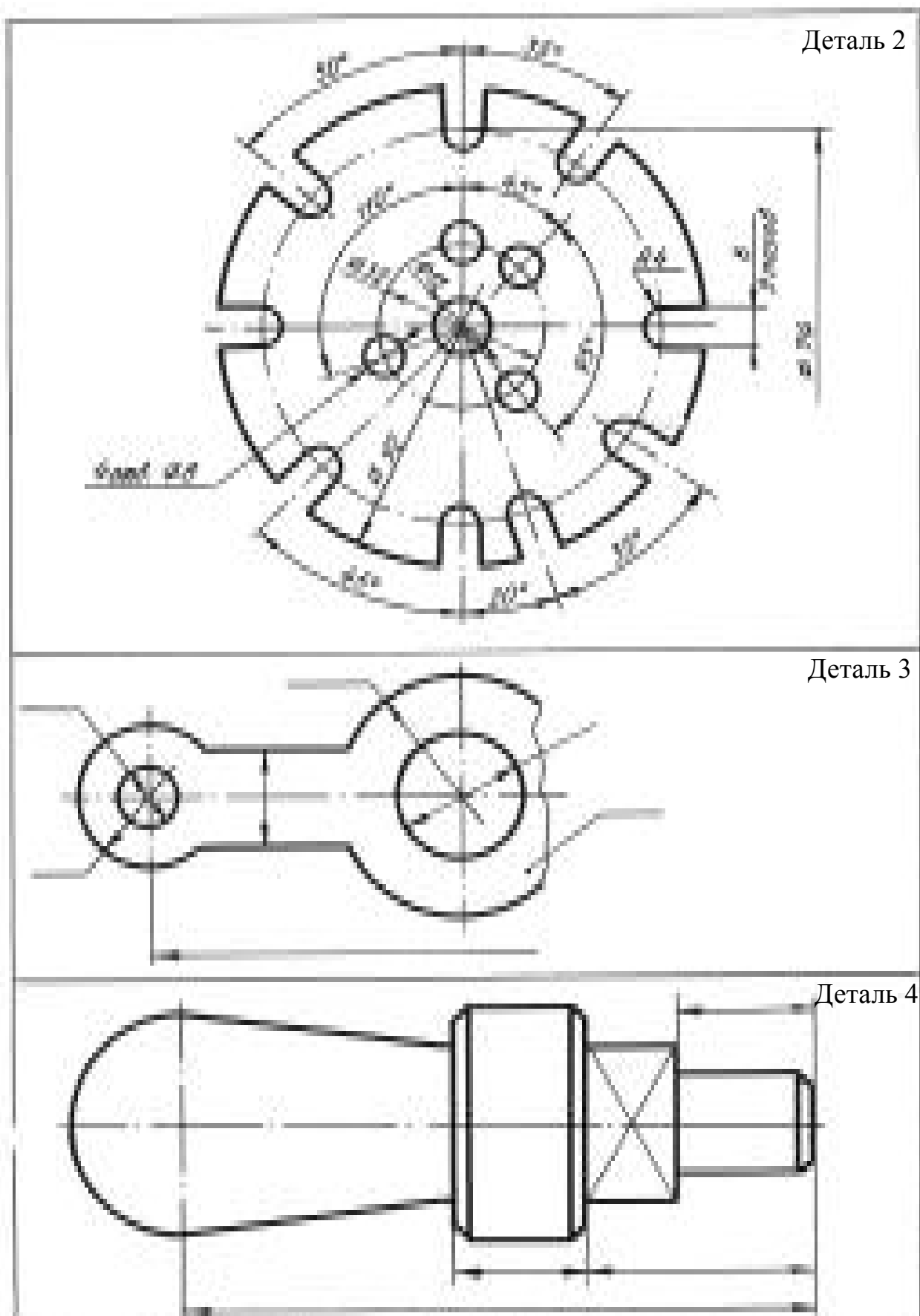
Вариант 10



Вариант 11

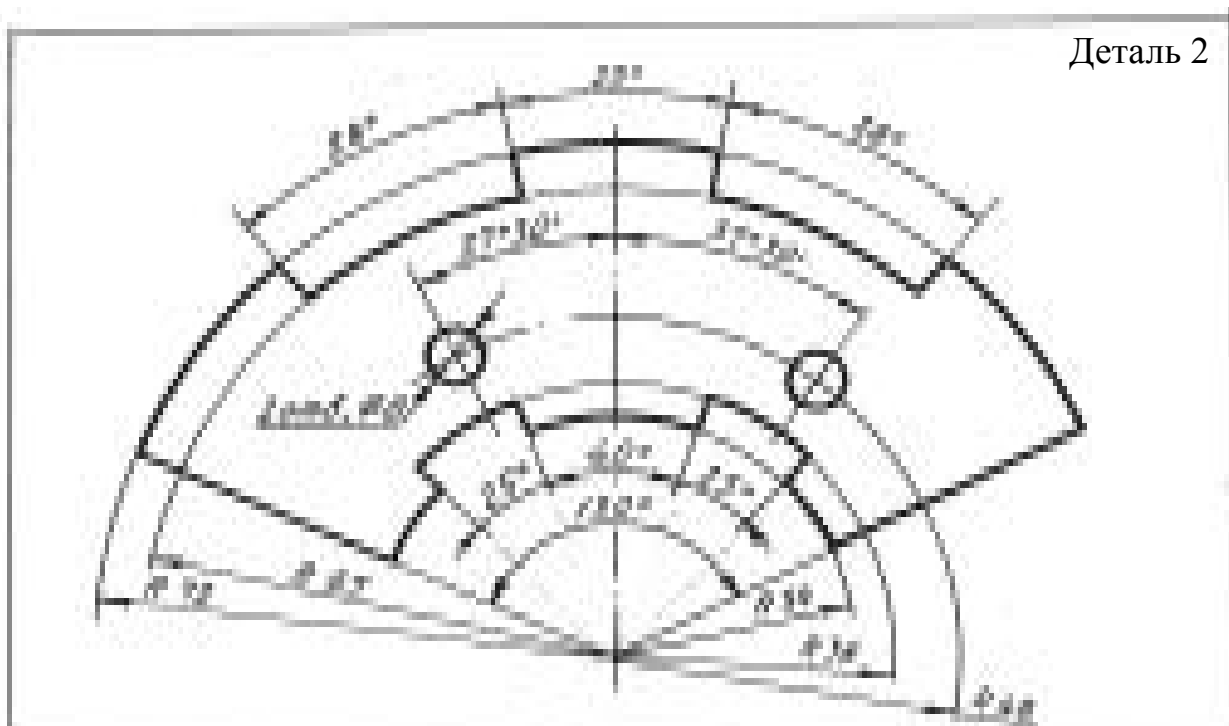


Вариант 12

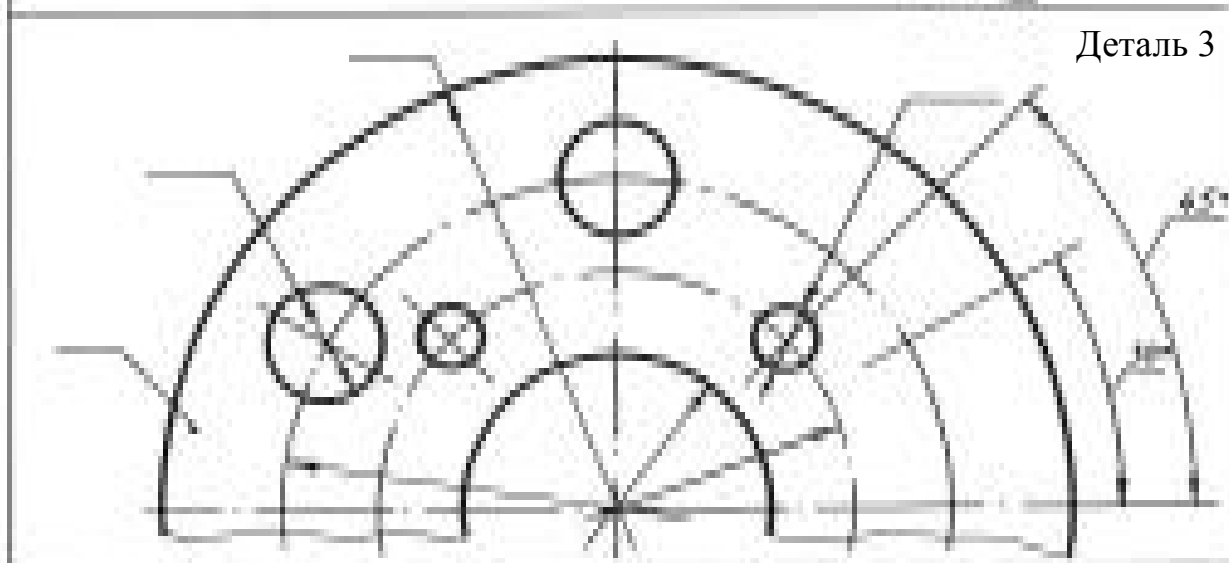


Вариант 13

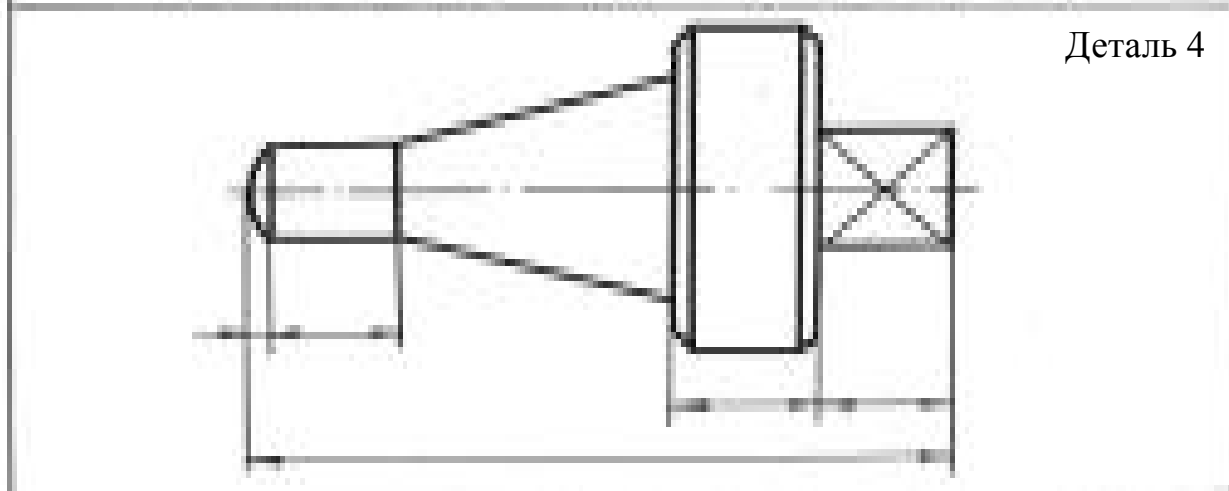
Деталь 2



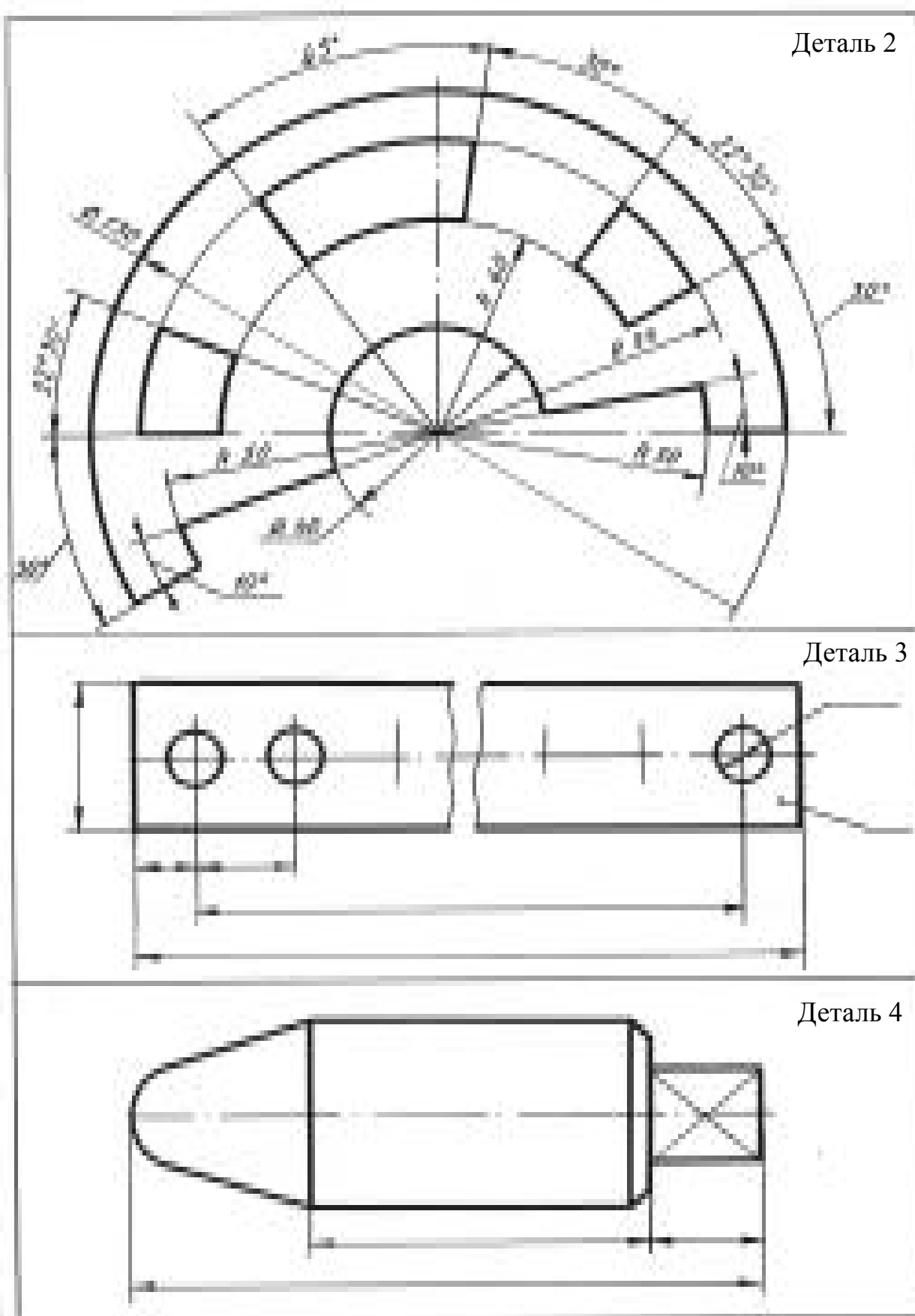
Деталь 3



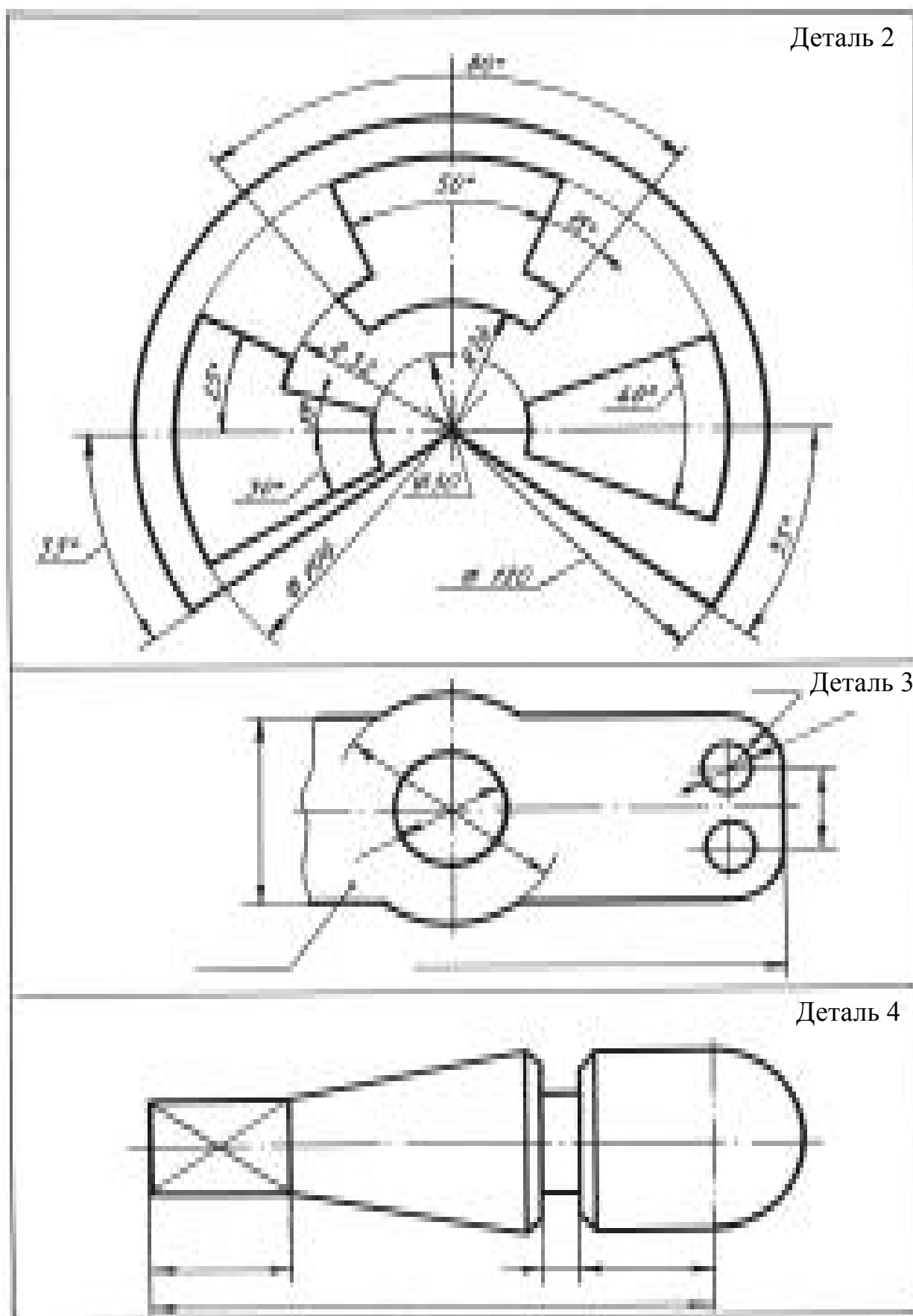
Деталь 4



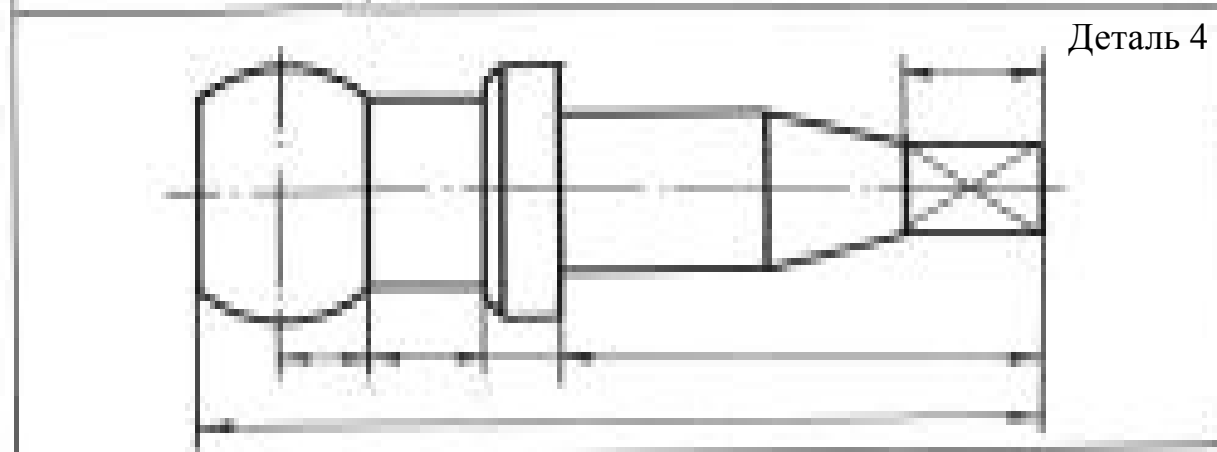
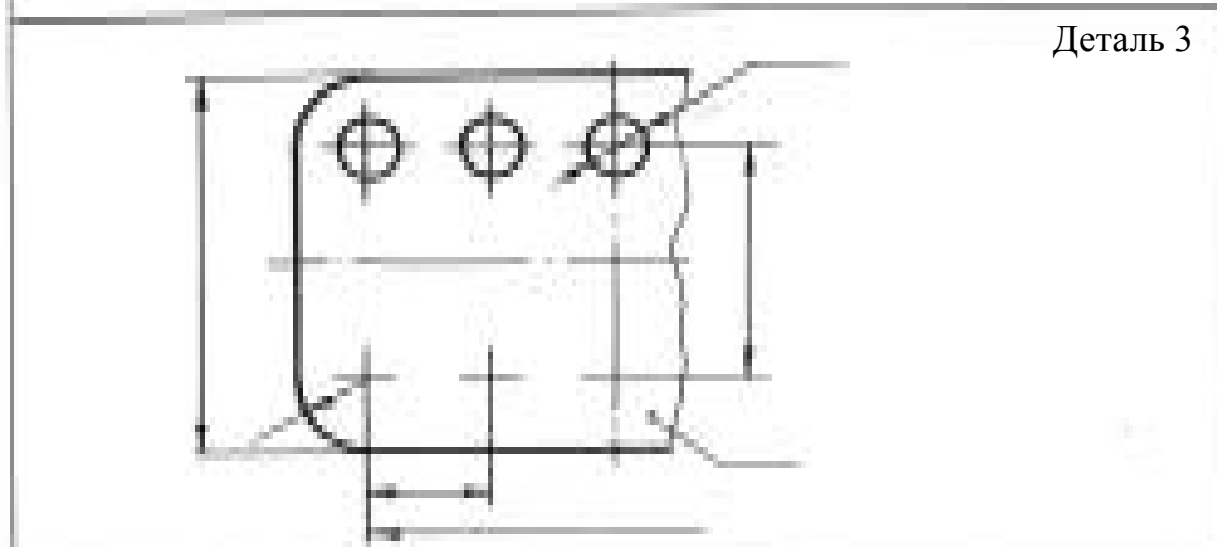
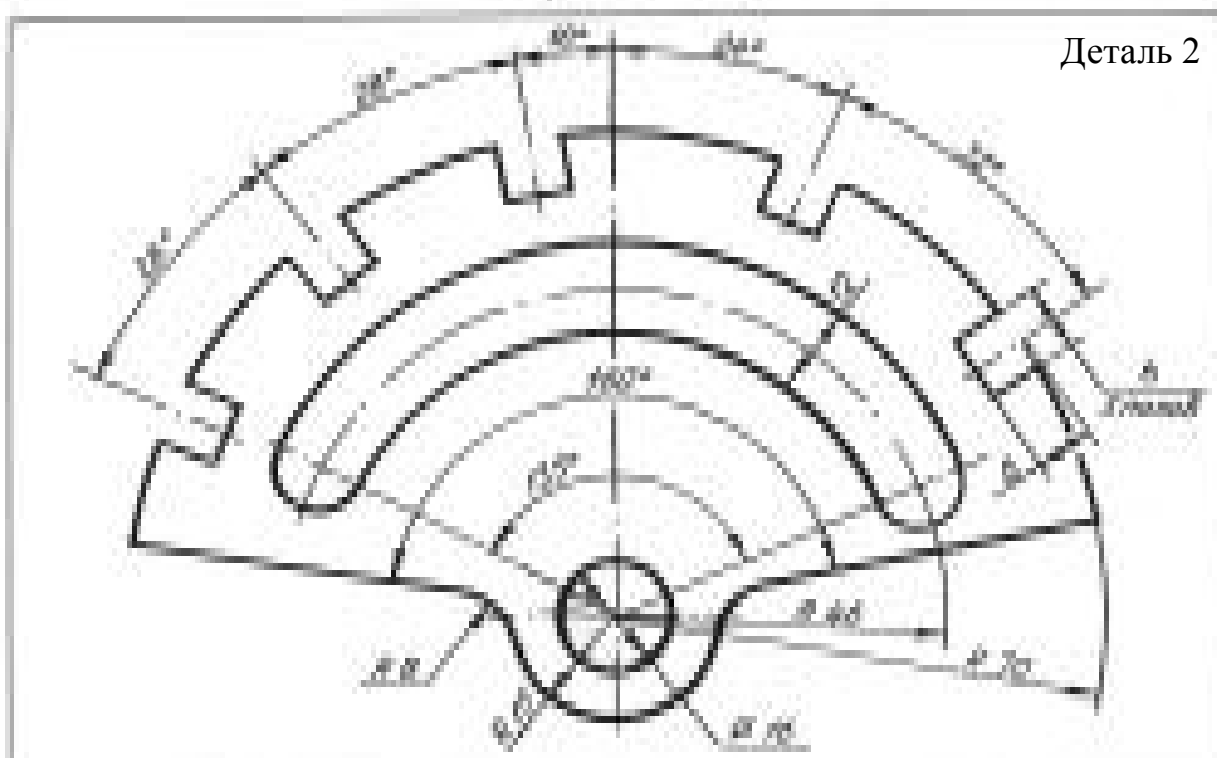
Вариант 14



Вариант 15

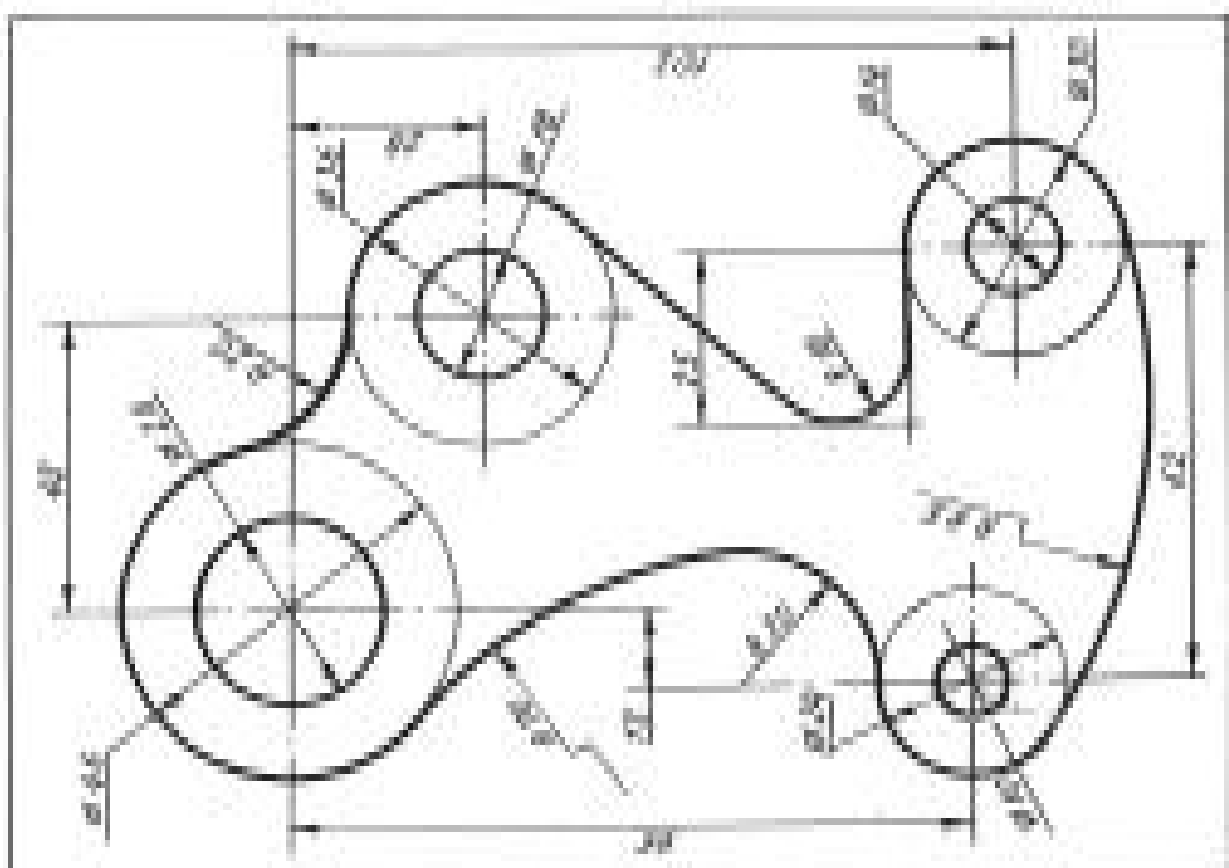


Вариант 16

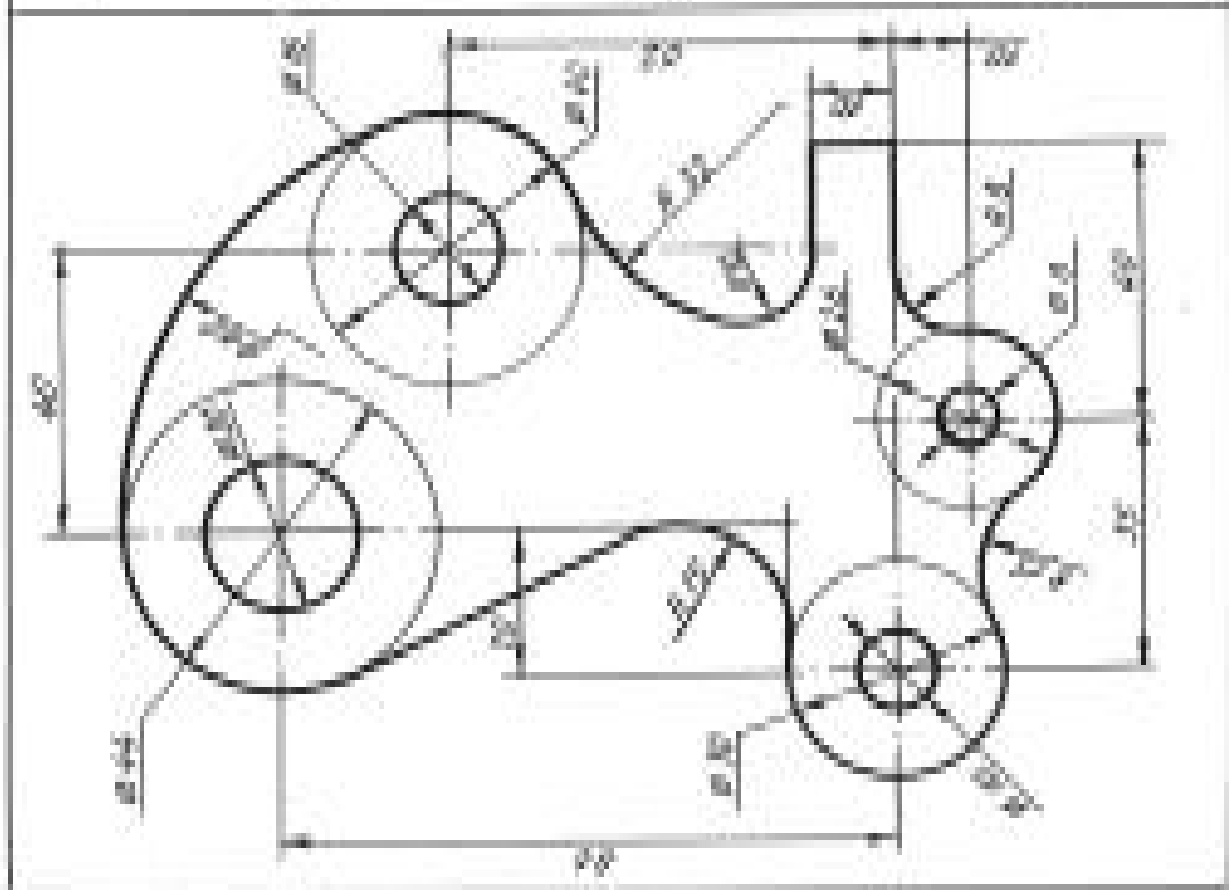


Варианты заданий для листа 3
“Сопряжение. Прокат”

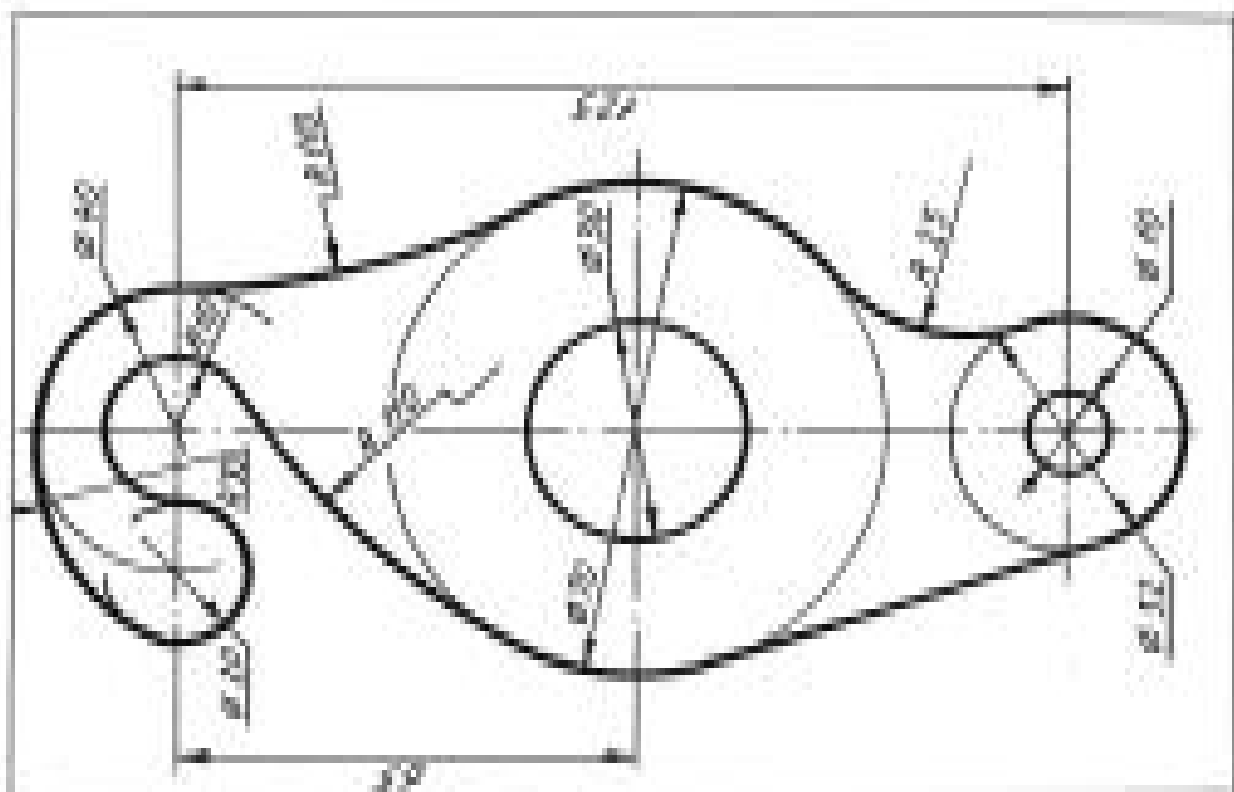
Вариант 2



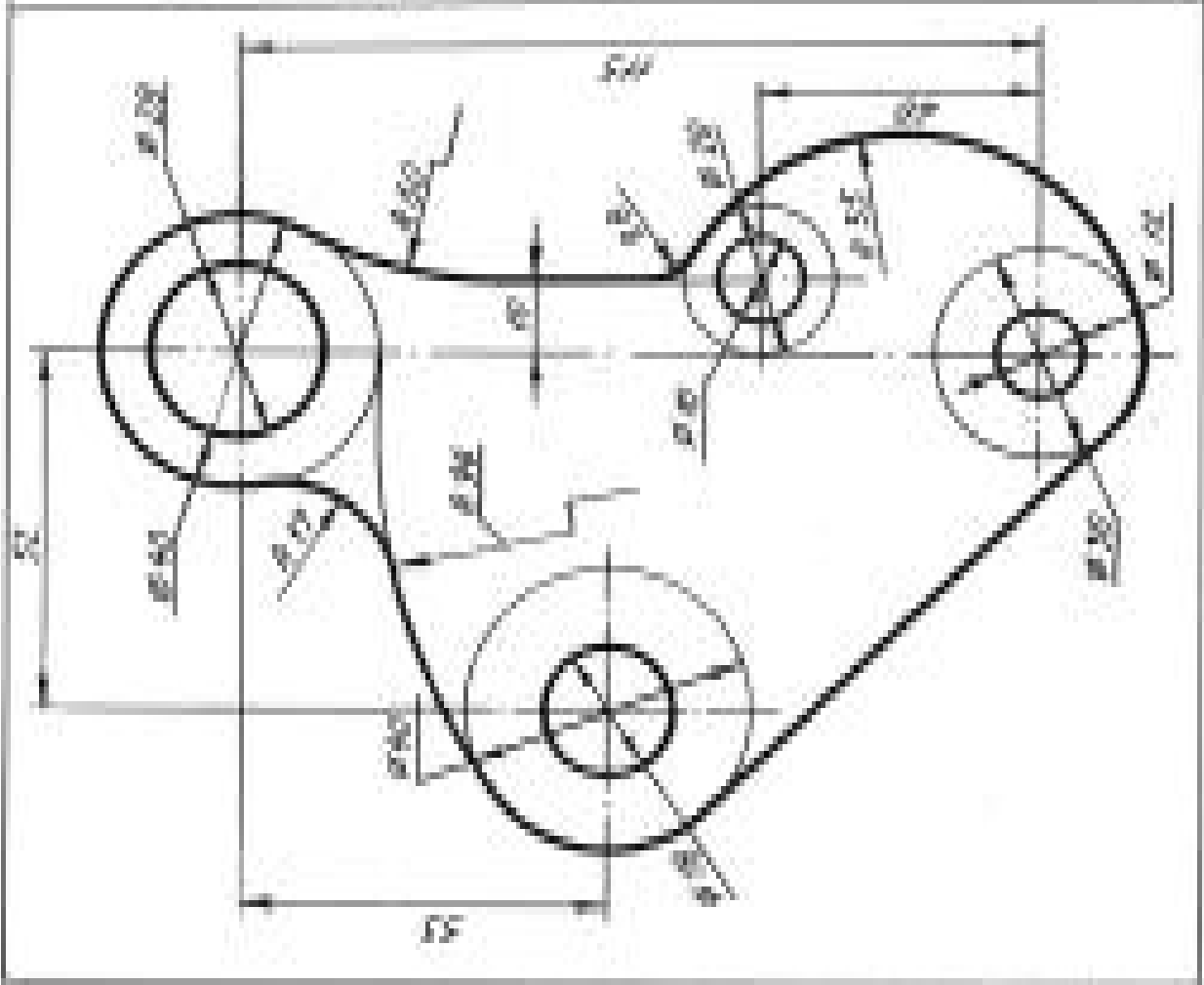
Вариант 1



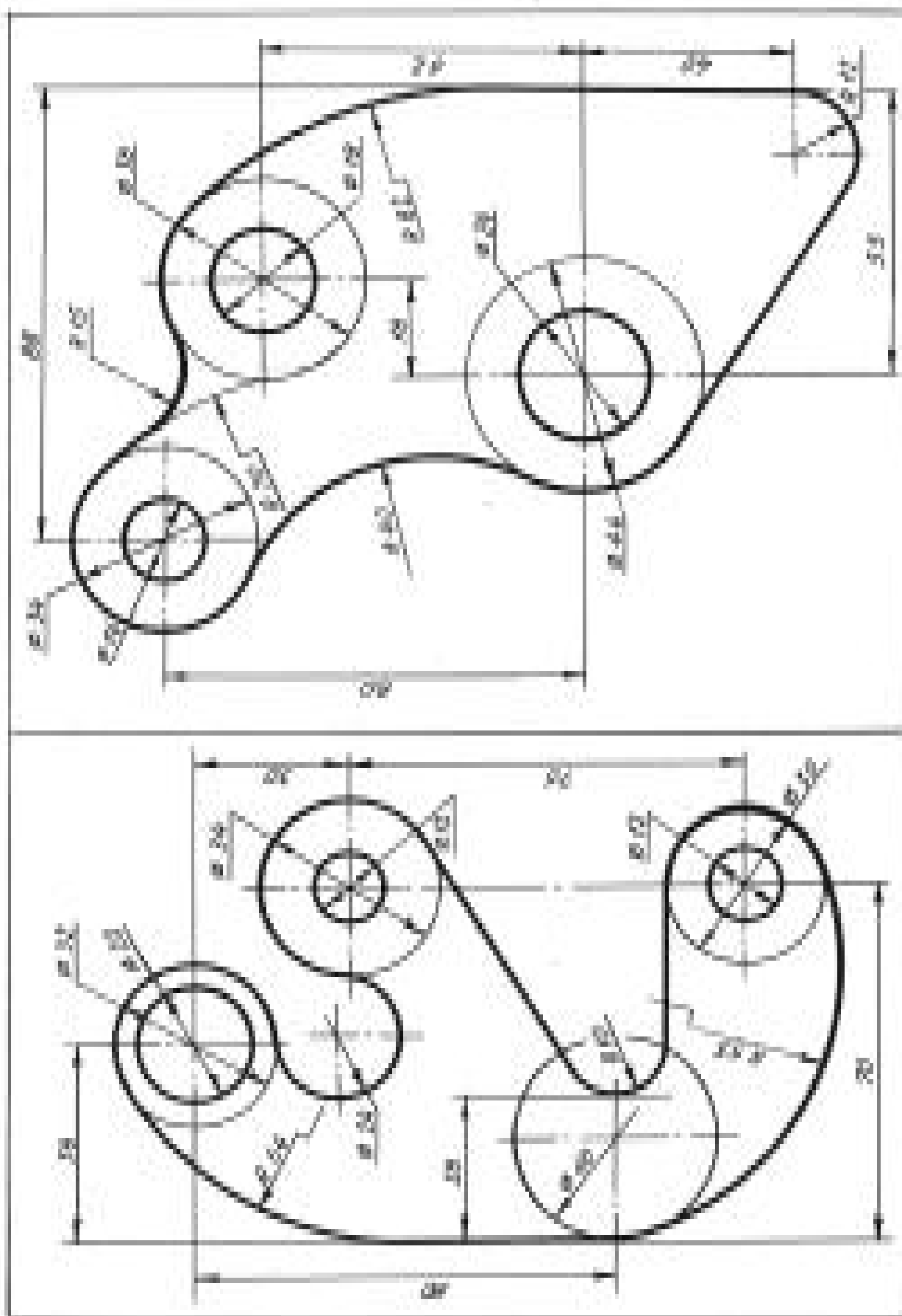
Вариант 4



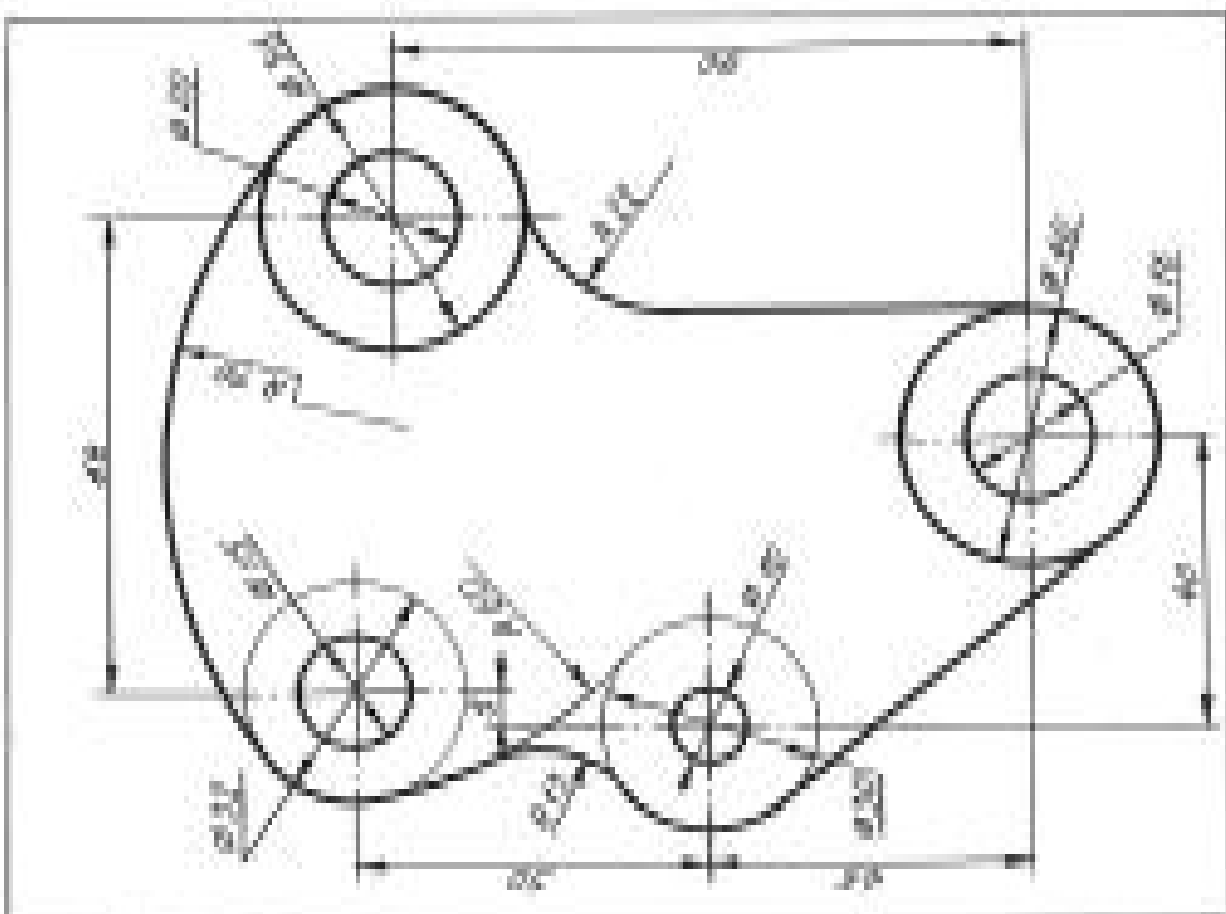
Вариант 3



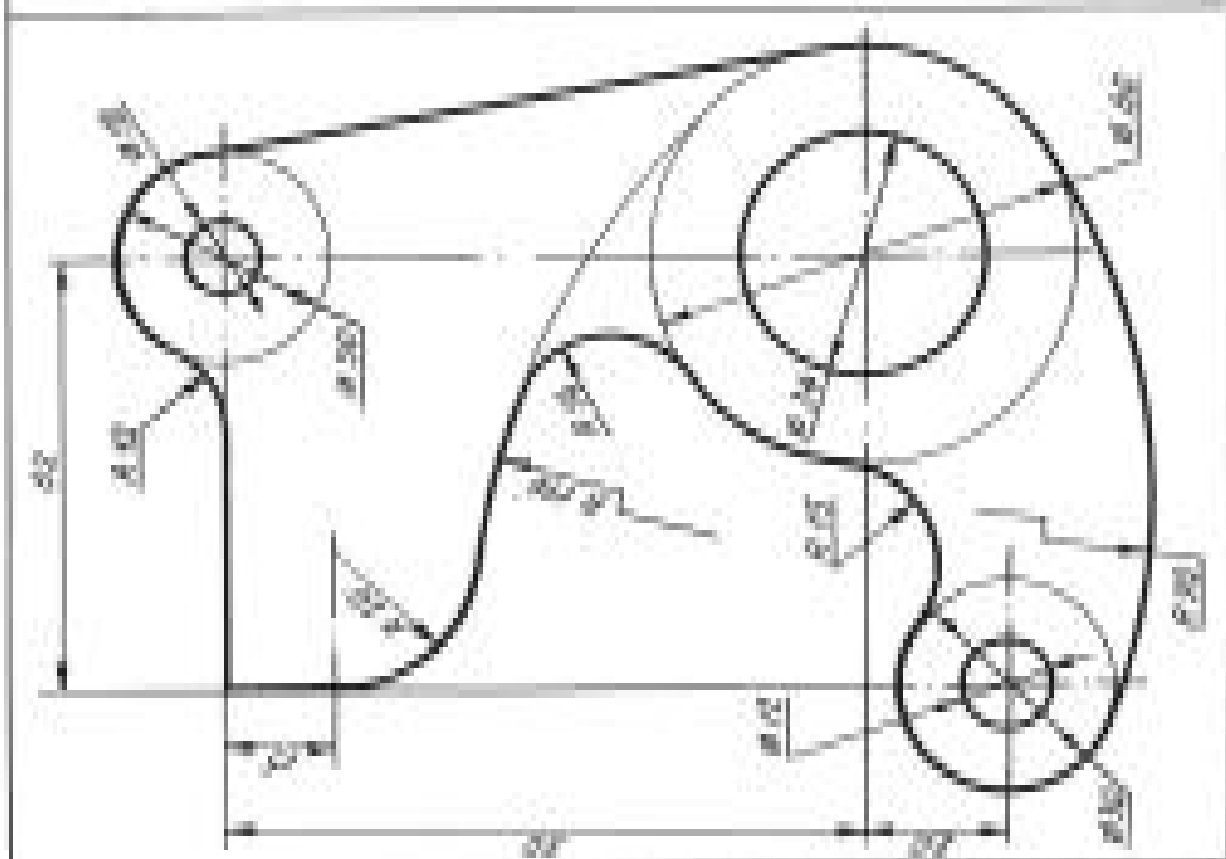
Вариант 5



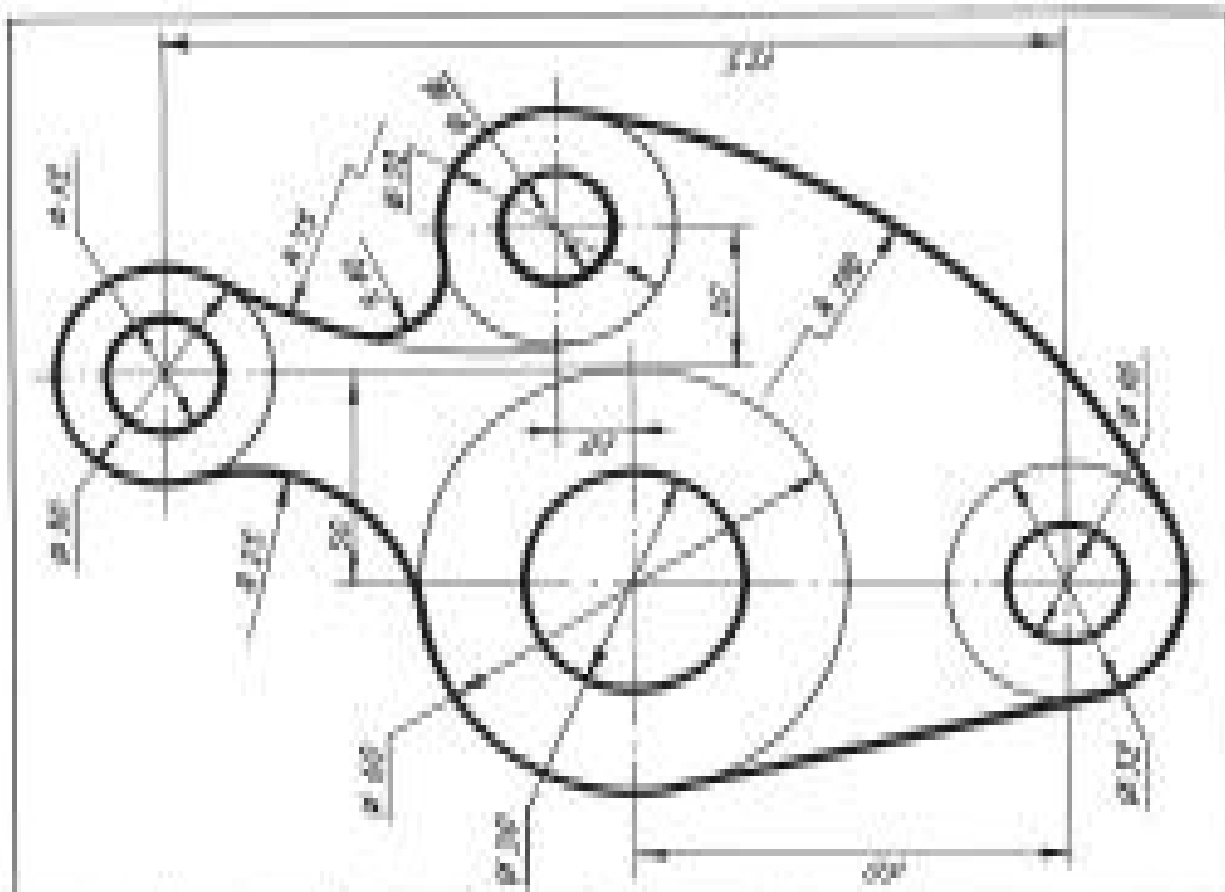
Вариант 8



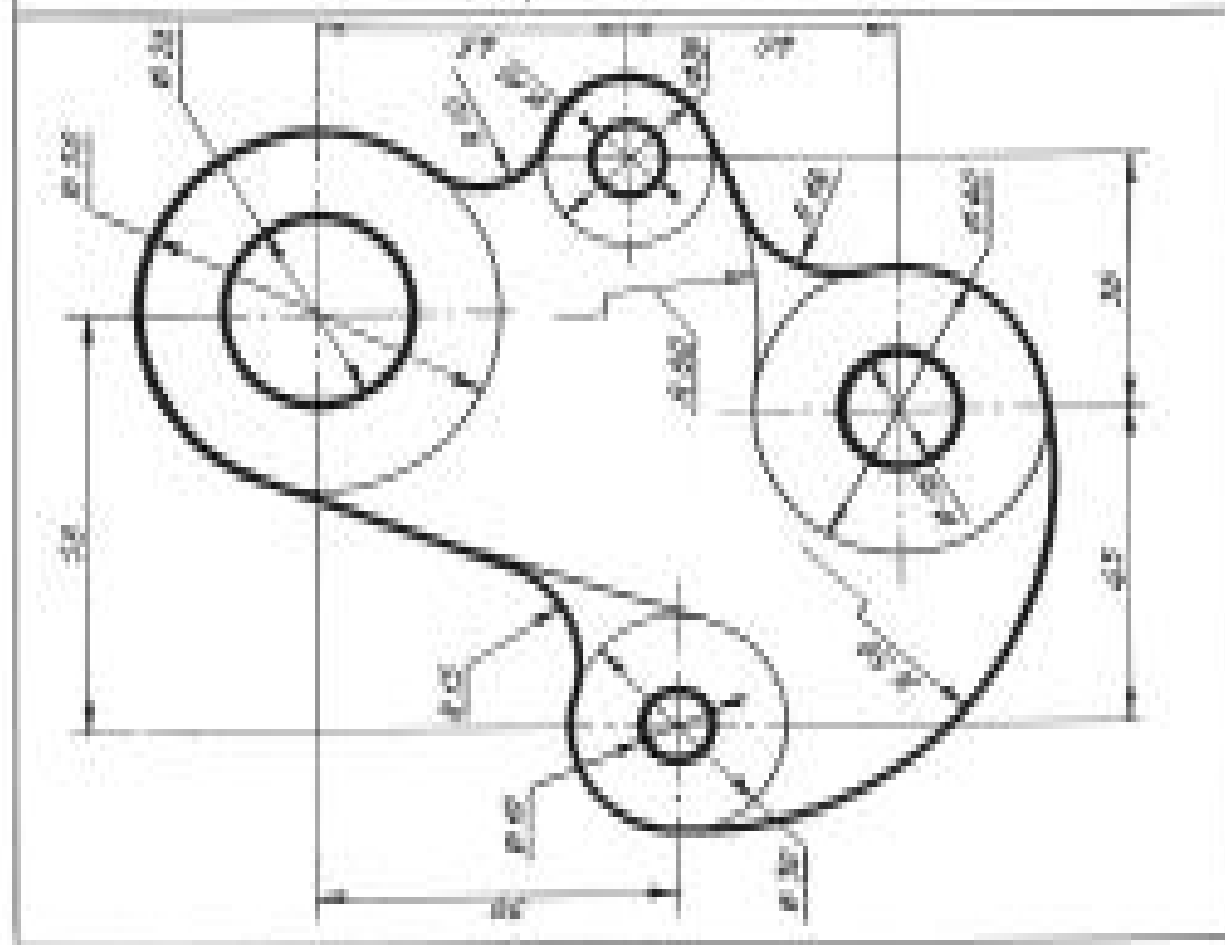
Вариант 7



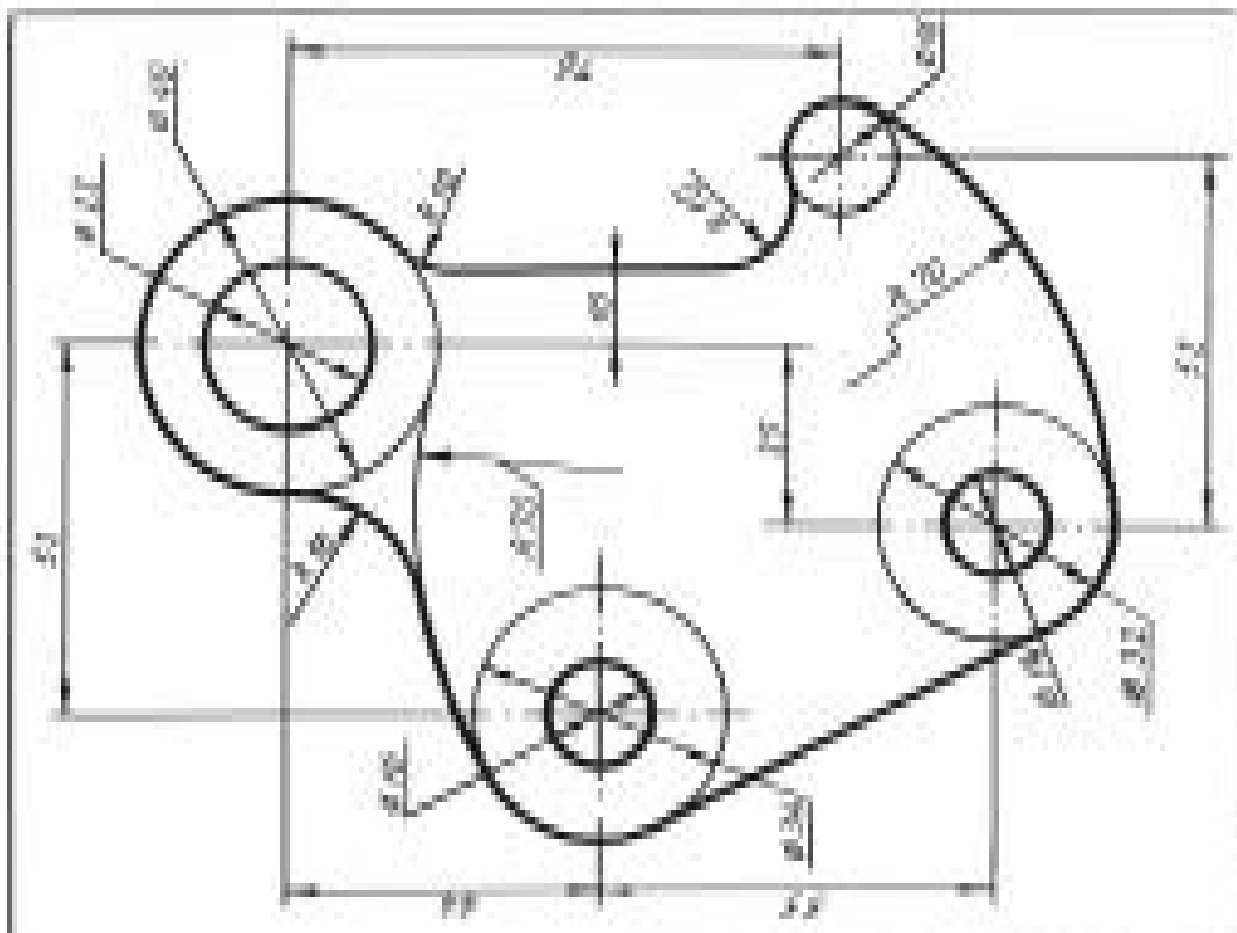
Вариант 10



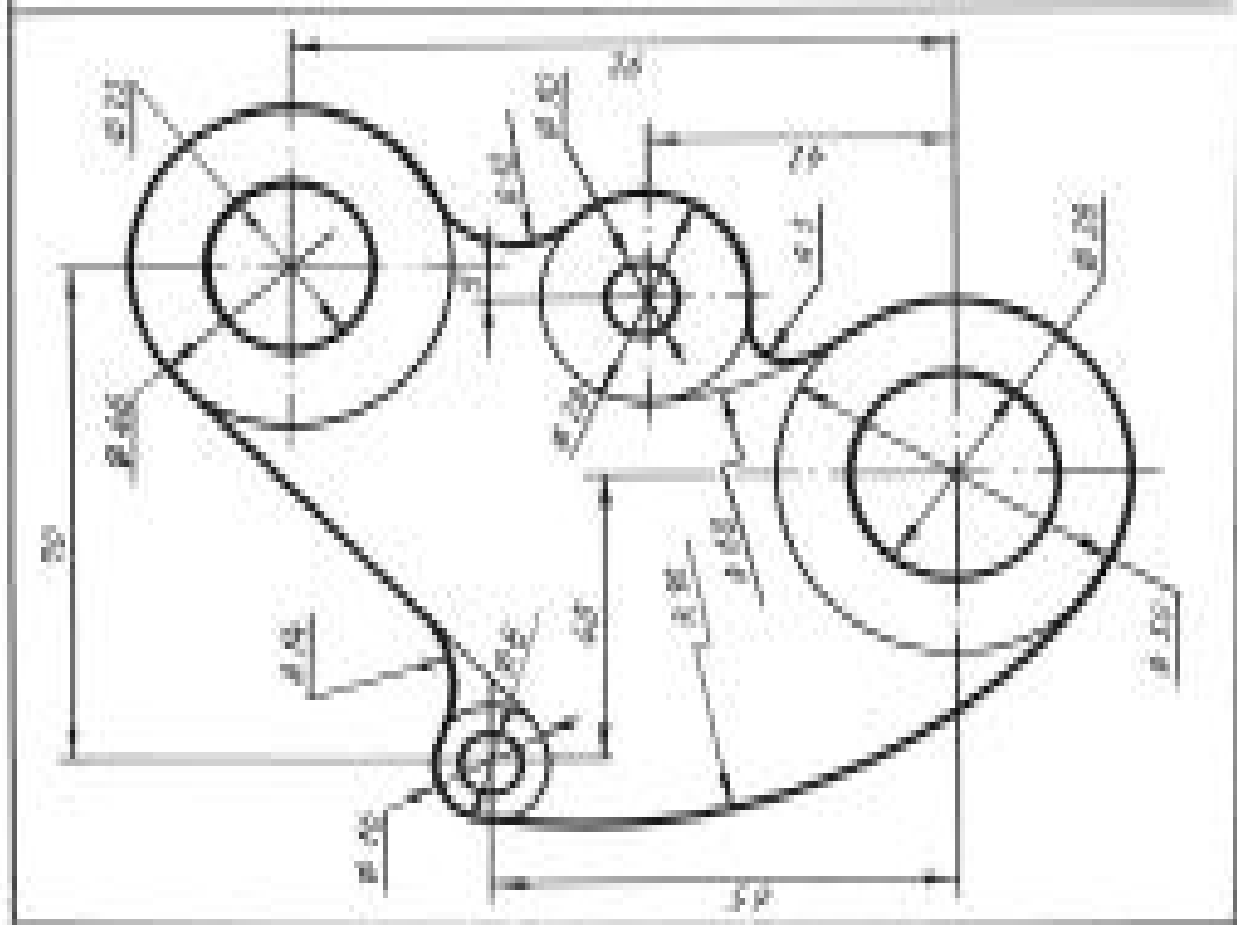
Вариант 9



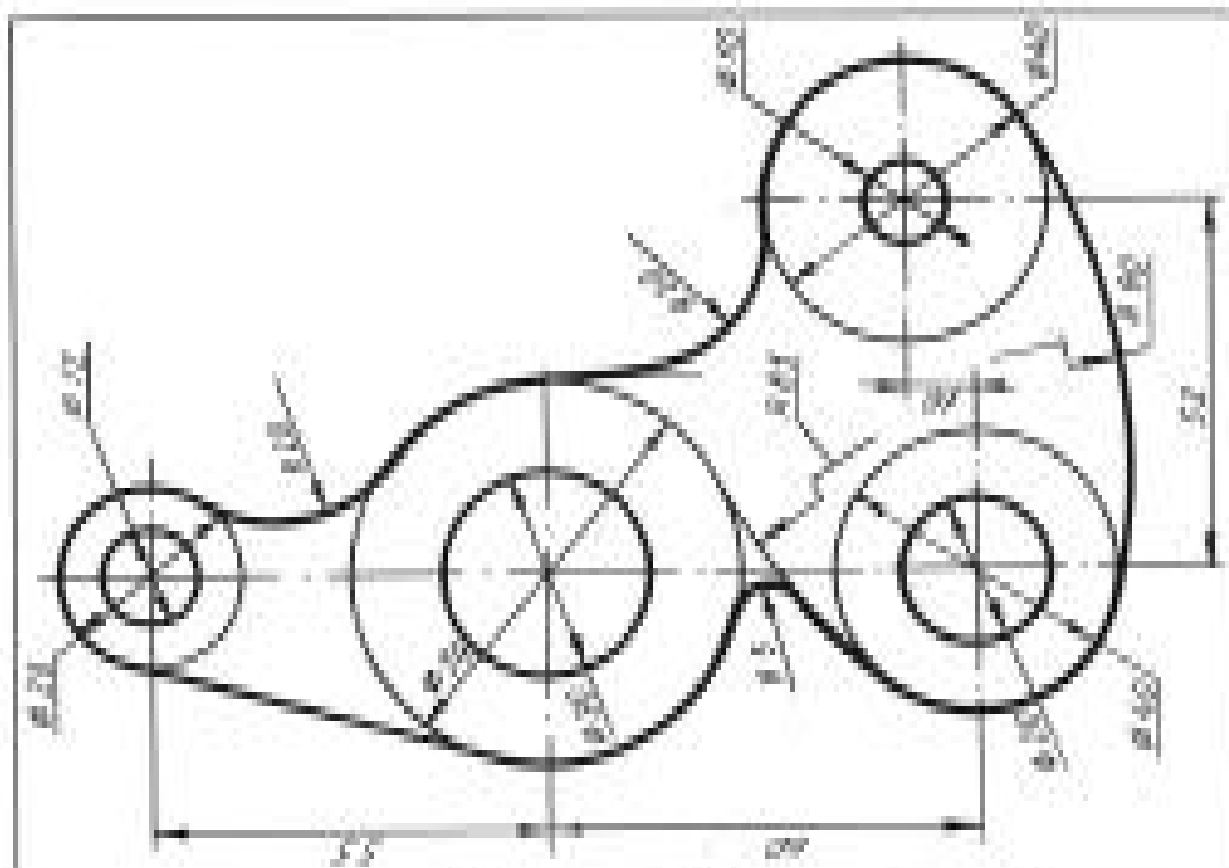
Вариант 12



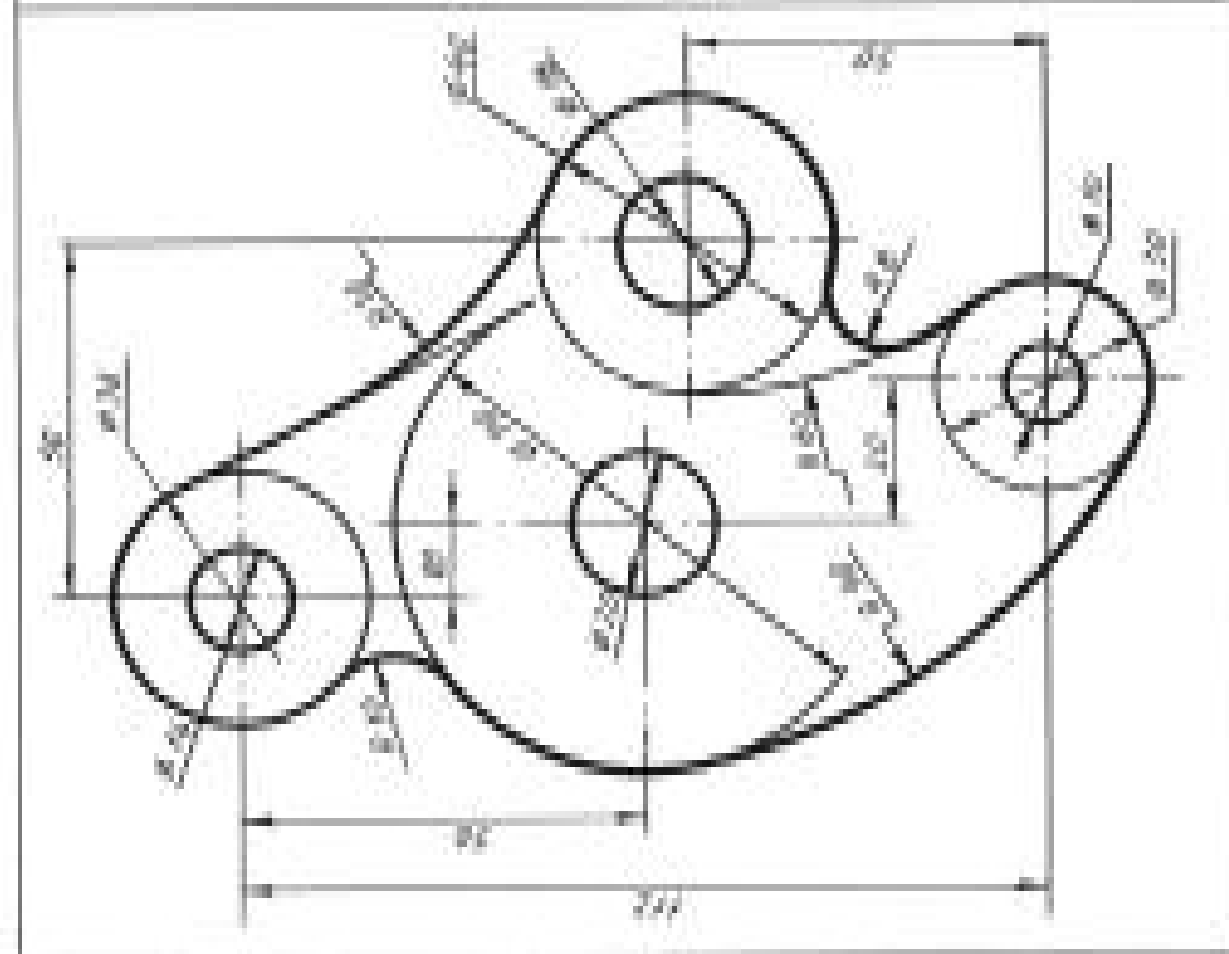
Вариант 11



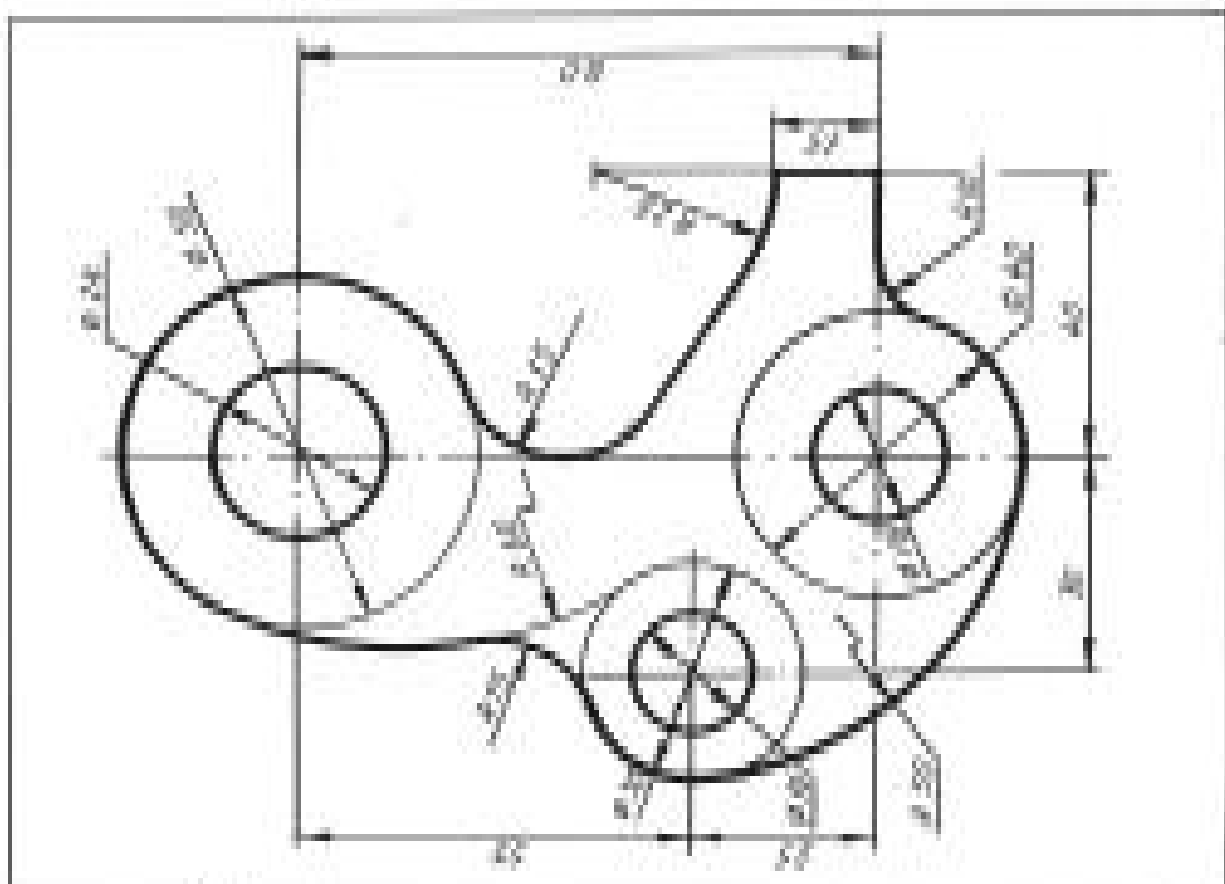
Вариант 14



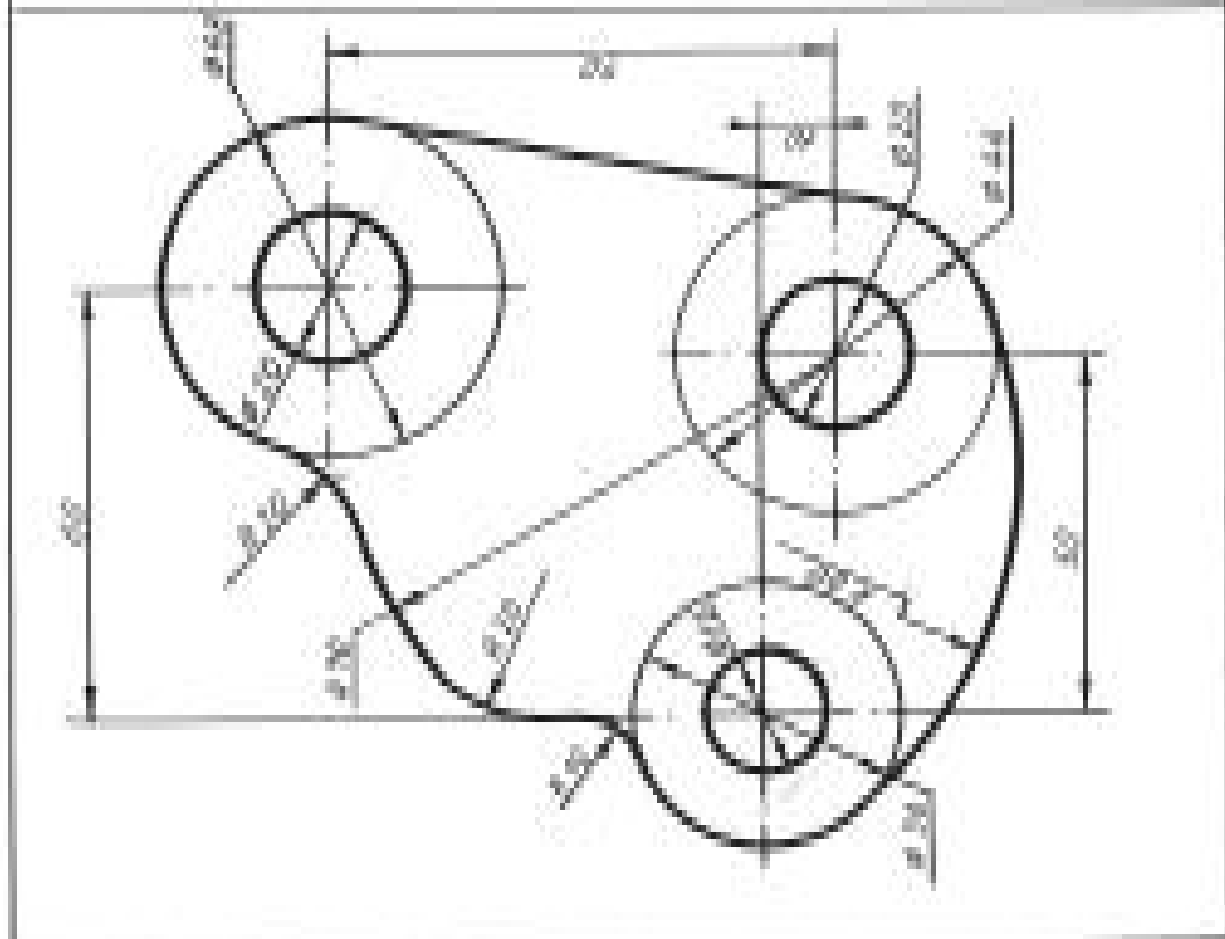
Вариант 13



Вариант 16



Вариант 15



Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ “ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ” И ПОРЯДОК ЕГО ОФОРМЛЕНИЯ	4
ЛИСТ 1 “ШРИФТЫ. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА”	5
ЛИСТ 2 “НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ”	16
ЛИСТ 3 “СОПРЯЖЕНИЯ. ПРОКАТ”	27
ЛИСТ 4 “КРИВЫЕ ЛЕКАЛЬНЫЕ”	34
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	44
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	64

Учебное издание

Татьяна Александровна Ермоленко

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебное пособие для студентов ЕГФ

Редактор *Н.А. Егина*

Компьютерный набор *Д.В. Кокиаров*

Лицензия ЛР № 020059 от 24.03.97.

Подписано в печать 04.06.2001. Формат бумаги 60x84/16.

Печать RISO. Уч.-изд.л. 4,5. Усл. п.л. 4,18. Тираж экз.

Заказ № .

Педуниверситет, 630126, Новосибирск, 126, Вилюйская, 28.